Jahresbericht

über das

städtische Realprogymnasium

zu

Pillau,

Ostern 1892.

Inhalt: 1. Abhandlung: Einleitung in den Galvanismus nach induktiver Methode von Oberlehrer Meissner.
2. Schulnachrichten vom Rektor.

Königsberg i. Pr.
Hartungsche Buchdruckerei.

1892. Progr. Nr. 24.

Einleitung in den Galvanismus nach induktiver Methode

von

Oberlehrer Meissner.

Einleitung.

§ 1. Äusserliche Gründe waren es ursprünglich, die mich zwangen, von dem gewohnten Gange bei der Behandlung der Elektricitätslehre abzuweichen, nämlich den Galvanismus vor der Reibungselektricität durchzunehmen. Da die Versuche über statische Elektricität nur an trockenen Wintertagen ohne besondere Vorsichtsmassregeln gut gelingen, so ergab sich das letzte Quartal des Schuljahres als die geeignetste Zeit für diesen Abschnitt; da ferner an unserm Realprogymnasium die beiden Sekunden in der Physik nicht getrennt waren, so erschien es nicht gut möglich, die Lehre vom Galvanismus im Anfange des nächsten Schuljahres an die statische Elektricität anzuknüpfen, deren Erscheinungen den aus der Tertia herüberversetzten Schülern noch unbekannt waren. Um daher nicht an bestimmte Vorkenntnisse meiner Schüler gebunden zu sein, habe ich in späteren Jahren zuerst den Magnetismus, darauf den Galvanismus, sodann die statische Elektricität durchgenommen und zum Schluss erst den Zusammenhang und die Identität dieser drei Naturkräfte festgestellt. Durch die praktischen Erfahrungen, die ich bei dieser Behandlungsweise gemacht habe, bin ich dann zu der Überzeugung gekommen, dass diese Reihenfolge für den ersten physikalischen Unterricht einer methodischen Didaktik besser entspricht als der aus den Kompendien der Physik übernommene und bisher allgemein übliche Gang, bei welchem die aus der Berührung von Metallen und Flüssigkeiten herrührenden Elektricitätsspannungen oder Potentiale als Quellen des galvanischen Stroms eingeführt werden. Die Ansichten der Gelehrten über den Voltaschen sogenannten Fundamentalversuch sind noch immer nicht einig, und messende Versuche über das Potential bei der Berührung fester und flüssiger Leiter sind nur mit dem teuren Thomsonschen Quadrantenelektrometer anzustellen, dessen Anschaffung sich doch nur wenige besonders bevorzugte Schulen leisten dürften, und das im übrigen auch wohl ganz gut entbehrt werden kann. Da also die bisherige Grundlage der Lehre vom galvanischen Strom teils schwankend, teils schwer zur Anschauung zu bringen ist, so dürfte es vom methodischen Standpunkt aus nicht zu verurteilen sein, wenn man von dieser das Verständnis nicht erleichternden Grundlage zunächst ganz absieht und sich einfach an diejenigen Thatsachen hält, die sich den Sinnen aufdrängen. Die ins Auge fallenden Phänomene der Reibungselektricität und des galvanischen Stroms erscheinen dem unbefangenen Beobachter als grundverschieden. Gerade deshalb wird der in wissenschaftlicher Hinsicht so wichtige Zusammenhang zwischen Strom und Potential von dem Schüler erst richtig verstanden, wenn die Wirkungen der beiden Naturkräfte ihm vorher einzeln vorgeführt und zum Verständnis gebracht sind. Diese Anordnung wird sich auch nach den neuen Lehrplänen für die Realprogymnasien eignen, weil an diesen Anstalten künftig leider nur ein Jahreskursus für die ganze Physik übrig gelassen wird. Bei so knapp bemessener Stundenzahl wird es dann freilich nicht möglich sein, das Verständnis des galvanischen Stroms mit der im Folgenden verlangten Gründlichkeit vorzubereiten, und es scheint deshalb, als ob der jetzige Augenblick zur Veröffentlichung dieser Arbeit nicht besonders geeignet sei. Trotzdem glaube ich damit nichts Überflüssiges zu thun; ich hoffe vielmehr, manchem meiner Fachgenossen eine Anregung zu bieten, zumal derselbe aus-

führliche Lehrgang für andere Schulen, die für die Physik weniger stiefmütterlich ausgestattet sind, sich sehr wohl eignen dürfte, besonders für Realschulen und technische Lehranstalten, vielleicht auch für den oberen Physikkursus an Gymnasien.

In Bezug auf die Ausführung meines Lehrganges im einzelnen wird mir wohl der Vorwurf nicht erspart bleiben, dass durch das viele Beobachten, Messen, Rechnen das Interesse der Schüler ermüdet werde; denn ich weiss wohl, dass mancher den unteren Physikkursus rein qualitativ, den oberen rein mathematisch behandeln möchte. Ich halte beides für falsch: Beobachtung, Messung und Rechnung müssen auf allen Stufen miteinander verbunden werden. Man sollte Rechnungen nur mit gemessenen Grössen anstellen, Anschauungen sofort durch Messungen vertiefen. Mathematische Operationen ohne konkrete, sinnliche Unterlage schweben in der Luft und lassen leicht die Mathematik als den Hauptzweck, nicht als die Dienerin der Physik erscheinen; rein qualitative Behandlung aber artet leicht in Spielerei aus, die dem Schüler wohl ein augenblickliches äusserliches Interesse ablockt, aber keinen bleibenden Einfluss auf die Bildung seiner Begriffe, seines Verstandes ausübt. Mass und Zahl erst machen die aus der Anschauung gewonnenen physikalischen Begriffe wieder konkret, handgreiflich. Wenn auch bei dem unteren Kursus die induktive, bei dem oberen Kursus die deduktive Behandlungsweise überwiegt, so unterscheiden sich beide doch hauptsächlich nur durch die verschiedene Schwierigkeit der Rechnungen. Sofern diese nicht aus dem Rahmen der Regel de tri d. h. der einfachen und umgekehrten Proportionalität heraustreten, machen sie dem Tertianer keine Schwierigkeiten. Sind diese Rechnungen der Auffassungskraft der Schüler angemessen, so gewährt der vielseitige Umgang mit den neu gewonnenen Begriffen den Schülern das freudige Gefühl des Könnens und regt ihr Interesse in höherem Masse an als blosse Anschauung. Ich habe wenigstens stets gefunden, dass die Schüler sich mit grossem Eifer an der langsamen, mühevollen Aufsuchung eines Gesetzes beteiligten.

§ 2. Zur Anstellung der Versuche sind die folgenden Apparate und Vorrichtungen nötig, die man sich grösstenteils selbst mit geringen Kosten herstellen kann.

I. Eine Kupfer- und eine Zinkplatte von 1 bis 2 Quadratdezimeter Fläche mit kurzen angelöteten Drähten.

II. Eine Magnetnadel mit Hütchen, auf einer Spitze drehbar. Die Spitze, ein Stück von einer Nähnadel, steckt man von unten in eine 8 mm hohe Korkscheibe, in deren untere Seite man eine Rinne gefeilt hat, so dass die Scheibe ohne Reibung über einem auf dem Tische ausgespannten Drahte verschoben werden kann.

III. Je 2 Streifen von 10 cm Länge und 1 cm Breite aus Zink, Blei, Eisen, Kupfer. Ausserdem 2 Kohlenstifte (von einer Bogenlichtlampe) von ähnlichen Dimensionen, an einem Ende mit einem weichen dünnen Kupferdrahte fest umwickelt, so dass eine Klemmschraube angesetzt werden kann.

IV. Vier Klemmschrauben zur Verbindung von Draht und Blech.

V. Drei Meidingerelemente mit verschiebbaren Platten von folgender Konstruktion. An einem Kupferstreifen von der in Figur I A gezeichneten Form biegt man die langen Enden in den punktierten Linien so, dass die beiden Stücke a auf der kreisförmigen Platte aufliegen, die Stücke b aber, sich gegenseitig berührend, senkrecht auf der Platte stehen. Die beiden Enden steckt man nun wasserdicht durch die passende Durchbohrung eines Pfropfens, dessen Durchmesser um 1 mm grösser ist als der der Platte, biegt die aus dem Pfropfen vorragenden Enden seitwärts und bewirkt durch eine passende in den Kork gefeilte Rinne, dass die Metallstreifen nicht über die Endfläche des Korkens hervorragen. Mit dem so vorgerichteten Pfropfen verschliesst man das eine Ende einer beiderseits offenen Glasröhre von ungefähr 15 cm Länge (Lampencylinder) und kittet den Pfropfen auf einen kleinen Holzblock, auf dem die ganze Vorrichtung sicher steht. Ein Zinkblech z von gleicher Form wie das Kupferblech befestigt man ähnlich in einem andern Pfropfen so, dass die nicht seitwärts gebogenen Streifen b sich darin mit sanfter Reibung verschieben lassen, und setzt diesen Pfropfen auf die obere Öffnung

der Glasröhre (Fig. IB). Füllt man die Röhren mit Bittersalzlösung und wirft einige Kupfervitriolkrystalle hinein, so hat man ein Meidingerelement von 10 Ohm innerem Widerstand, wenn der Durchmesser der Platten und ihr gegenseitiger Abstand 4 cm beträgt. Durch Verschieben der Zinkplatte lässt sich der Widerstand verändern. — Um auch den Querschnitt dieses Elementes verändern zu können, versieht man je 2 mit Paraffin getränkte Pfropfen von 4 cm Durchmesser und 1 cm Höhe, die sich mit sanfter Reibung in die Glasröhre schieben lassen, mit einer axialen Durchbohrung von 1 cm bez. 2 cm und 3 cm Durchmesser.

VI. Zwei ebenso konstruierte Meidingerelemente von 1 cm Durchmesser.

VII. Zwei Daniellelemente von 10 cm Höhe mit je einer dazu passenden Kohlenplatte, um sie in Bunsenelemente zu verwandeln. Der innere Widerstand dieser Elemente wie sie z. B. Meiser und Martag, Dresden, ihren bekannten Sammlungen beigeben, beträgt ungefähr $1^1/_2$ Ohm.

VIII. Um die Abhängigkeit des Flüssigkeitswiderstandes von der Temperatur zu zeigen, benutzt man eine zweimal rechtwinklig gebogene Glasröhre von 30 cm Länge und 7 mm Durchmesser von der Form Figur II. Um sie mit einer Flüssigkeit zu füllen, kehrt man die Öffnungen nach oben, verschliesst sie nach der Füllung mit den Zeigefingern der beiden Hände, dreht die Röhre wieder um und taucht die eine Öffnung in ein mit derselben Flüssigkeit gefülltes Wasserglas. Nun senkt man die andere Öffnung und stellt sie, während man den Finger wegnimmt, in ein leeres Glas. Die Flüssigkeit fliesst dann wie durch einen Heber aus dem ersten in das zweite Gefäss und stellt sich in beiden gleich hoch. Eine Luftblase, die bisweilen in die Röhre gelangt, lässt sich leicht entfernen, wenn man die Flüssigkeit schnell aus einem ins andere Glas herüberlaufen lässt. — Der innere Widerstand dieser mit Kupfervitriollösung gefüllten Röhre beträgt ungefähr 3000 Ohm.

IX. Für die Messung des Stromes ist eine Tangentenbussole wenig zu empfehlen, weil sie nur Ströme von ziemlich grosser Stärke innerhalb enger Grenzen, von ungefähr 1 Ampère bis 10 Ampères zu messen gestattet. Wendet man dagegen ein empfindliches Galvanometer an, so kann man mit Hilfe geeigneter Verzweigungen Ströme von beliebiger Stärke messen. Ausserdem kommt man dann mit ganz kleinen Elementen aus, die sich bequem auseinandernehmen und zusammensetzen lassen, nicht die unangenehmen Eigenschaften der Bunsenschen Ketten zeigen und fast ohne Kosten in Betrieb gesetzt werden können; und die durch diese Elemente erzeugten schwachen Ströme erwärmen die Leitungsdrähte so wenig, dass eine sonst oft unangenehme Fehlerquelle gänzlich besitigt ist. Freilich gilt für ein solches Galvanometer keine einfache mathematische Beziehung zwischen Stromstärke und Nadelablenkung. Dagegen möchte ich bemerken, dass das für die Bussole giltige Tangentengesetz in Bezug auf Ableitung und Anwendung für Tertianer und Sekundaner zu schwer verständlich ist. Und da es bei Demonstrationsversuchen doch nicht auf absolute Genauigkeit ankommt, so dürfte es wohl gestattet sein, die Stromstärke der Ablenkung proportional zu setzen, was ja für mässige Ablenkungen ziemlich richtig ist und den Schülern ohne weiteres einleuchtet. Bei den folgenden Untersuchungen sind Stromvergleichungen übrigens fast durchweg durch geeignete Substitutionen umgangen und vermieden. — Für grössere Auditorien ist gewiss Weinholds Demonstrations-Spiegelgalvanometer am meisten empfehlenswert, wenn es auch den Übelstand hat, dass zu den Versuchen das Zimmer verdunkelt werden muss. Bei kleineren Klassen leistet der folgende leicht und billig zu konstruierende Apparat nicht nur als Galvanoskop, sondern auch als Strommesser gute Dienste. Man schneidet aus einem Holzbrette von 1 cm Stärke eine Platte von der in Figur III A in halber Grösse gezeichneten Form mit einem kreisrunden Loche von 4 cm Durchmesser in der Mitte und umwickelt diesen Rahmen zwischen den Lücken a und b, ebenso zwischen den Lücken c und d mit je 30 Windungen eines 1 mm starken mit Seide besponnenen Kupferdrahtes, so dass zwischen den beiden Windungsscharen sowohl oben als auch unten eine Lücke von der Breite der Zapfen e und f bleibt; je 60 cm des Drahtes lässt man an beiden Enden frei. Damit die aus der Baumwoll- und Seidenumhüllung des Drahtes vorragenden

kleinen Fäserchen später nicht die freie Bewegung der Magnetnadel hemmen, leimt man auf die Platte vor der Bewicklung vier kleine ganz dünne Brettchen, welche das Loch g oben und unten bedecken, aber eine den Zapfen e und f entsprechende Lücke freilassen.

Der so vorgerichtete Multiplikatorrahmen wird vermöge zweier Holzklötzchen h und i von passender Höhe durch zwei Messingschrauben an der Unterseite einer einfachen Holzlatte kl von 32 cm Länge, 4 cm Breite und 1 cm Dicke befestigt (Fig. III B), die in der Mitte, genau über dem zwischen den Windungen befindlichen Spalt, ein kreisrundes Loch von 15 mm Durchmesser hat: in dieses Loch ist von der Oberseite der Latte eine Glasröhre von passender Stärke und 25 cm Länge mit Siegellack eingekittet, welche oben eine Holzfassung (zur Not einen Pfropfen) mit einer horizontalen drehbaren Achse zum Befestigen und Aufwinden des Kokonfadens erhält. Die freien Enden des Galvanometerdrahtes führt man durch ein paar Durchbohrungen der Latte nach oben heraus. — Man setzt nun einen quadratischen, oben offenen Kasten von 30 cm Seite und 5 cm Höhe aus Brettern zusammen, die in den Seitenwänden wenigstens 1 cm stark sein müssen; die Grundplatte, welche wesentlich schwächer sein darf, bedeckt man mit einem gewöhnlichen quadratischen Glasspiegel von 29 cm Seitenlänge und klebt auf diesen eine ringförmige Kreisteilung von 29 cm äusserem und 27 cm innerem Durchmesser; die einzelnen Grade erhalten dabei eine Länge von ungefähr 3 mm. — Zwei gegenüberliegende Seitenwände des Kastens erhalten in der Mitte der Oberseite je eine flache Vertiefung von 7 cm Breite und 7 mm Tiefe, in welche die Latte kl bequem eingesetzt werden kann. Da die Latte nun noch 3 mm über den Seitenwänden hervorragt, so kann der Kasten durch zwei lose aufgelegte Glasplatten von 32 cm Länge und 14 cm Breite vollständig gegen Luftzug abgeschlossen werden. — Das astatische Nadelpaar aus 4 mm starkem Stahldraht erhält eine Länge von 3 cm, wird durch einen starken Magnet bis zur Sättigung magnetisiert und dann in der bekannten, von Frick angegebenen Weise durch einen zusammengedrehten $1/2$ mm starken Kupferdraht vereinigt. Um die Astasie der Doppelnadel auf die gewünschte Grösse zu bringen, hängt man sie unter einer Glasglocke an einem Kokonfaden auf und beobachtet die Schwingungszahl einmal, wenn die Nadeln gleichgerichtet, das andere Mal, wenn sie entgegengesetzt gerichtet sind. Indem man dann der stärkeren Nadel durch passende Berührung mit den gleichnamigen Polen eines schwachen Magnetstabes etwas von ihrem Magnetismus entzieht, kann man es leicht dahin bringen, dass die Schwingungszahl des astasierten Nadelpaares 4 bis 5 mal geringer ist, als die des gleichgerichteten; die Direktionskraft der Nadel ist dadurch auf den 16ten, bezüglich 25sten Teil vermindert; bisweilen gelang es mir sogar, die Schwingungszahl auf den 10ten, die Direktionskraft auf den 100sten Teil zu vermindern; dann hat jedoch die Torsion des Kokonfadens schon einen zu grossen Einfluss auf die Richtung des Nadelpaares; auch geringe Schwankungen des Erdmagnetismus können dann grosse Ablenkungen des Nadelpaares erzeugen. — An die untere Nadel wird nun mittels dünner Drähtchen ein Strohhalm von 28 cm Länge als Index und zur Dämpfung befestigt; für schärfere Ablesungen steckt man endlich noch kurze dünne Glasfäden in die Enden des hohlen Strohhalms. Das so vorgerichtete Nadelpaar befestigt man mittels eines Häkchens an dem durch die Glasröhre herabhängenden Kokonfaden, bringt die Latte kl an ihren Platz, bedeckt den Schutzkasten mit den beiden Glasplatten, reguliert die Höhenlage der Magnetnadel, so dass sie in dem Multiplikatorrahmen frei schwingt, und dreht endlich das ganze Instrument so, dass die Nadel zu den Multiplikatorwindungen parallel steht. Sollte die Nadel in Bezug auf die Kreisteilung excentrisch sein, so lässt sich das leicht durch passende Verschiebung des Spiegels auf der Grundplatte und der Latte kl auf den Seitenwänden verbessern; es ist deshalb gut, wenn der Spiegel etwas geringere Seitenlänge hat als der lichte Raum des Kastens. — Infolge der durch den Strohhalm bewirkten Luftdämpfung kommt die Nadel bei jeder Ablenkung nach wenigen Schwingungen zur Ruhe. Und da durch die Anwendung des Spiegels der parallaktische Beobachtungsfehler vermieden ist, so kann man bei der Grösse der Kreisteilung und der Feinheit der Glasfäden bequem bis auf $1/5$ oder gar $1/10$ Grad ablesen. Das so fertig gestellte Galvanometer besitzt

einen Widerstand von $1/4$ Ohm und eine mässige Empfindlichkeit, ein Strom von 1 Milliampère bringt eine Ablenkung von ungefähr 20 Grad hervor. Bis zu 20 Grad sind die Ablenkungen ziemlich genau den Stromstärken proportional; darüber hinaus muss man das Instrument empirisch graduieren, indem man die den Stromstärken 1, 2, 3, 4, 5, 6 u. s. w. Milliampère entsprechenden Ablenkungen bestimmt. Man erreicht das mit einer für unsern Zweck hinreichenden Genauigkeit, wenn man das Galvanometer mit einem grossen Daniellelement von 1,08 Volt und einem Widerstandskasten zu einem Stromkreise vereinigt und dann 1080 bezüglich 540, bez. 360, bez. 270, bez. 216, bez. 180 Ohm einschaltet. Durch einfache Interpolationen, die jedem Schüler leicht verständlich sind, erhält man dann die jedem beliebigen Ablenkungswinkel entsprechende Stromstärke.

Um das Galvanometer vor Erschütterungen möglichst zu bewahren, stellt man es am besten auf einem an der Wand in Tischhöhe befestigten Konsol oder auf einem besonderen gut feststehenden ganz kleinen Tischchen auf, der zu den übrigen Experimenten nicht benutzt wird. Freilich können dann höchstens acht Schüler die Bewegung der Magnetnadel sehen, und nur zwei können die Ablenkungswinkel ablesen. Ohne Schwierigkeit liesse sich ja aber auch eine Spiegelvorrichtung für objektive Darstellung der Nadelablenkungen mit dem Instrumente verbinden; für unsere kleine Sekunda würde das indes überflüssig sein. Aber auch in folgender Weise lässt sich das Instrument für mässig grosse Auditorien passend abändern. Man giebt dem Kasten eine etwas grössere Höhe von ungefähr 10 cm und setzt statt der hölzernen Vorderwand eine Glasplatte ein. In diesen Kasten stellt man dann eine cylindrische Trommel aus Holz oder Pappe von 28 cm Durchmesser und 4 cm Höhe, bedeckt diese mit einem kreisförmigen Spiegel und klebt eine Kreisteilung auf diesen Spiegel, eine andere Kreisteilung auf den Trommelumfang. Setzt man nun in die Enden des Strohhalmindex statt der Glasfäden dünne, rechtwinklig nach unten gebogene Drähte, so kann die Mehrzahl der Schüler die Ablenkungen des Index an dem Trommelumfange sehen, der Vortragende nebst einigen Schülern die Winkel auf der spiegelnden Skala scharf ablesen. Giebt man dem Kasten nicht die Form eines Quadrats, sondern eines gleichseitigen Dreiecks, so können die Zuhörer, wenn die eine Seitenwand des Kastens wieder aus einer Glasplatte besteht, Ausschläge bis zu 60 Grad beobachten, während in einem quadratischen Kasten der Index schon bei 45 Grad verschwindet. — Für genauere Messungen benutzt man statt der astatischen eine einfache Magnetnadel, wodurch natürlich die Empfindlichkeit und die Dämpfung des Galvanometers wesentlich verringert wird. In dieser Form lässt sich der Apparat dann aber auch als Magnetometer für die Ablenkungsversuche bei der absoluten Bestimmung der Intensität des Erdmagnetismus benutzen.

X. Jedes Galvanometer ist nur innerhalb bestimmter Grenzen zur Strommessung brauchbar, das oben beschriebene ungefähr von $1/10$ bis 10 Milliampère. Hat man es mit stärkeren Strömen zu thun, so muss man diese entweder durch Zusatzwiderstände oder durch Verzweigungen schwächen. Benutzt man das Galvanometer zu Widerstandsvergleichungen, so ist es nicht vorteilhaft, sich der Zusatzwiderstände zu bedienen, weil die Empfindlichkeit des Stromkreises für Widerstandsänderungen dadurch unnötig vermindert oder gar vernichtet wird; in einem Stromkreis von 100 Ohm sind z. B. Veränderungen von 1 Ohm kaum merklich. Besser ist eine Stromverzweigung, bei welcher die zu vergleichenden Widerstände sich nicht mit dem Stromerzeuger, sondern mit dem Galvanometer zusammen in einem Kreise befinden, weil der Widerstand des Galvanometers im allgemeinen kleiner und vor allem konstanter ist als der Widerstand der kleinen Elemente. — Man schraubt (Fig. IV) 4 doppelt durchbohrte, mit Holzschraubengewinde versehene Klemmschrauben a, b, c, d auf einem kleinen Holzklotz in den Ecken eines Quadrats von 4 cm ein und klemmt unter a und b die Poldrähte der Stromquelle, unter c und d die Galvanometerdrähte fest; um einen sicheren Kontakt zu erhalten, steckt man die Holzschrauben durch kleine auf dem Klotz liegende Metallringe, sodass die Dräthe zwischen diesen Ringen und den Klemmschrauben festgedrückt werden. Es ist bequem, wenn die Klemmschrauben es gestatten, einen Draht an einer beliebigen Stelle festzuklemmen, ohne ihn durch

die Durchbohrung ziehen zu müssen. Derartige Klemmschrauben giebt es im Handel; man kann aber auch jede andere Klemmschraube dazu passend machen, wenn man eine Wand der Durchbohrung durchfeilt, sodass man den Draht von der Seite einführen kann. — Handelt es sich nur darum, die durch einen starken Strom in dem Galvanometer erzeugte zu grosse Ablenkung passend zu mässigen, so schaltet man zwischen a und c oder zwischen b und d geeignete Zusatzwiderstände und zwischen c und d einen kurzen Verzweigungsdraht (Fig. IV A). Will man dagegen verschiedene Widerstände mit einander vergleichen, so schaltet man diese zwischen b und d, die Abzweigung zwischen b und c, den Zusatzwiderstand zwischen a und c (Fig. IV B). Bezeichnet man dann den Widerstand von b a c mit W, den von b c mit v und den von b d G c mit s, so ist nach den Kirchhoff'schen Sätzen der durch das Galvanometer gehende Strom $i = e \frac{v}{Wv + Ws + vs} = \frac{e \frac{v}{W + v}}{\frac{Wv}{W + v} + s}$. Der Widerstand s setzt sich nun aus dem zu bestimmenden Widerstande b d = x und aus dem Widerstande g des Galvanometers zusammen; setzen wir also x + g statt s, so ist $i = \frac{e \frac{v}{W + v}}{\frac{Wv}{W + v} + g + x}$. Der Bruch $\frac{W}{W + v}$ ist jedenfalls kleiner als 1, aber auch nicht sehr von 1 verschieden, da v im allgemeinen wesentlich kleiner als W ist; die Formel lautet dann einfacher $i = \frac{e \frac{v}{W}}{v + g + x}$. Ist nun ausserdem x bedeutend grösser als v + g, sodass diese Summe gegen x vernachlässigt werden kann, so ist i dem Widerstande x geradezu umgekehrt proportional. Aber auch, wenn x ungefähr dieselbe Grösse wie v + g hat, werden seine Änderungen noch grossen Einfluss auf i haben; dieser Einfluss wird dagegen unmerklich, wenn x wesentlich kleiner als v + g wird. Mit jener Stromverzweigung wird man nur solche Widerstände vergleichen dürfen, die grösser sind als g, bei unserm Galvanometer also bis $^1/_4$ Ohm herab. — Bei einer später anzustellenden Versuchsreihe ist der grösste der zu vergleichenden Widerstände 10 Ohm. Soll hierbei das Galvanometer die noch gut sichtbare Ablenkung von 5 Grad geben, so ist dazu ein Strom von $^1/_4$ Milliampère oder $^1/_{4000}$ Ampère nötig. Benutzt man zur Stromerzeugung ein Daniellelement von ungefähr 1 Volt, so ist nach der obigen Formel $\frac{1}{4000} = \frac{\frac{v}{W}}{v + g + 10}$ = ungefähr $\frac{\frac{v}{W}}{10}$, da v + g jedenfalls wesentlich kleiner als 10 Ohm ist. Es ist also $\frac{v}{W} = \frac{1}{4000} \cdot 10 = \frac{1}{400}$ oder W = 400 v. Macht man nun v gleich dem Galvanometerwiderstande $^1/_4$ Ohm, so ist W = 100 Ohm zu machen. Man kann dieses erreichen, wenn man ein ganz kleines Element Nr. VI von entsprechend grossem Widerstand benutzt und a mit c nur durch einen kurzen dicken Draht verbindet. Besser aber ist es, ein mittelgrosses Daniell- oder Meidingerelement von höchstens 10 Ohm anzuwenden und zwischen a und c einen Drahtwiderstand von 90 Ohm einzuschalten; dann sind nämlich die durch den Strom in dem Elemente erzeugten Änderungen des Widerstandes und der elektromotorischen Kraft von geringerem Einflusse auf die Stromstärke. In beiden Fällen wird der Galvanometerstrom durch die Formel $i = \frac{e \frac{v}{W}}{v + g + x} = \frac{\frac{1}{400}}{0{,}25 + 0{,}25 + x}$ Ampère $= \frac{2{,}5}{0{,}5 + x}$

Milliampère dargestellt. — Um auch Widerstände, die kleiner als $1/4$ Ohm sind, bequem vergleichen zu können, schaltet man noch zwischen c und d eine kleine Abzweigung w (Figur IV C). Nach den Kirchhoffschen Sätzen ergiebt sich dann für den Galvanometerstrom die Formel $i\left(x + \frac{wg}{w+g} + \frac{vW}{v+W}\right) = e \cdot \frac{w}{g} \cdot \frac{v}{W}$. Da v und w im Vergleich zu W und g sehr klein sind, so lautet die Formel einfacher $i\left(x + w + v\right) = e \cdot \frac{w}{g} \cdot \frac{v}{W}$ oder $i = \frac{e \cdot \frac{w}{g} \cdot \frac{v}{W}}{x + v + w}$. Ist nun $v + w$ wesentlich kleiner als x, so ist i geradezu umgekehrt proportional mit x, man wird aber, ähnlich wie bei der vorigen Verzweigung, noch Widerstände bis zur Grösse von v oder w herab vergleichen dürfen. Macht man $v = w = \frac{1}{100}$ Ohm, und soll die einem Widerstande von $1/2$ Ohm entsprechende Ablenkung 5 Grad, der Galvanometerstrom also $1/4$ Milliampère betragen, so ist nach unserer Formel $\frac{1}{4000} = \frac{\left(\frac{1}{100} : W\right) \cdot \left(\frac{1}{100} : \frac{1}{4}\right)}{\frac{1}{2} + \frac{1}{100} + \frac{1}{100}}$ oder mit Vernachlässigung kleiner Grössen $\frac{1}{4000} = \frac{\left(\frac{1}{100} : W\right) \cdot \left(\frac{1}{100} : \frac{1}{4}\right)}{\frac{1}{2}}$ oder $\frac{1}{4000} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{100\,W} \cdot \frac{4}{100}$ oder $\frac{1}{8} = \frac{4}{10\,W}$, folglich $10\,W = 32$, $W = 3{,}2$. Man wendet also ein mittleres Element von ungefähr 3 Ohm oder besser ein grösseres mit einem passenden Zusatzwiderstande an. Der Galvanometerstrom wird dann durch die Formel $i = \frac{\left(\frac{1}{100} : 3{,}2\right) \cdot \left(\frac{1}{100} : \frac{1}{4}\right)}{x + 0{,}01 + 0{,}01} = \frac{\frac{1}{320} \cdot \frac{4}{100}}{x + 0{,}02} = \frac{\frac{1}{8000}}{x + 0{,}02}$ Ampère $= \frac{\frac{1}{8}}{x + 0{,}02}$ Milliampère $= \frac{0{,}125}{x + 0{,}02}$ Milliampère dargestellt.

Bei den später anzustellenden Versuchsreihen habe ich nur die leichter verständlichen Verzweigungen A und B benutzt. Damit übrigens die verschiedenen Einzelmessungen miteinander vergleichbar sind, ist es nötig, die Verzweigung während einer ganzen Versuchsreihe ungeändert zu lassen. Da indes die Empfindlichkeit des astatischen Galvanometers wegen der Schwankungen des Erdmagnetismus nicht konstant ist, so wird man, wenn die Versuchsreihe sich über mehrere Tage hin ausdehnt, die Verzweigung vor jeder Stunde etwas korrigieren müssen, indem man durch geringe Veränderung der Verzweigung v oder des Zusatzwiderstandes z die einem bestimmten Widerstande entsprechende Ablenkung auf die ursprüngliche Grösse zurückführt.

Ich brauche wohl nicht zu erwähnen, dass die Schüler mit den Erwägungen und Rechnungen dieses Abschnitts gänzlich zu verschonen sind; ich wollte damit nur dem Physiklehrer die mannigfache Anwendbarkeit der Verzweigung erläutern. Der Schüler versteht wenigstens die erste einfache Verzweigung sehr leicht durch einen Vergleich mit Wasserströmungen. Jedenfalls lehrt ihn der Augenschein, dass durch die Verzweigung die Galvanometerablenkung auf eine bequem messbare Grösse zurückgeführt wird, und dass diese Ablenkung von der Grösse des Widerstandes abhängt; und da die Widerstandsvergleichungen immer nur durch einfache Substitutionen erhalten werden, so ist für diesen Zweck eine genauere Kenntnis des Verzweigungsgesetzes nicht nötig.

XI. Für die Grundversuche über den Widerstand bedarf man eines Messdrahtes, mit

dem man die zu messenden Widerstände vergleicht; man nimmt dazu einen blanken Nickelindraht von 0,3 mm Stärke und 250 cm Länge, dessen Gesamtwiderstand ungefähr 10 Ohm beträgt. Um die eingeschalteten Längen bequem sichtbar zu machen, auch wenn der Draht nicht geradlinig ausgespannt ist, wickelt man diesen von 10 zu 10 cm um eine kleine, aus 1 mm starkem Kupferdrahte gebogene flache Öse (Fig. V), die man nachträglich fest zudrückt, so dass auch diese Verdickungen leicht durch die Klemmschrauben gezogen werden können. Die 1 cm langen zusammengedrehten Stellen heben sich durch ihre grössere Dicke und durch ihre rote Farbe von dem übrigen Nickelindraht recht deutlich ab und teilen ihn leicht erkennbar in 25 gleiche Teile von je 10 cm Länge.

XII. Zur Ableitung der Verzweigungsregeln befestigt man (Fig. VI) in einer Ecke eines quadratischen Brettes von 32 cm Seitenlänge die drei Klemmschrauben a, b, c und schlägt an den andern drei Ecken die Drahtstifte d, e, f so ein, dass die Entfernungen ad, de, ef, fa je 30 cm betragen. Von a über b, d, e und f bis c spannt man einen 120 cm langen, 1 mm starken Nickelindraht, indem man ihn in a, b und c festklemmt und bei c noch ein Drahtende frei lässt, das zur Verbindung von c mit a ausreicht. Die Spannuug des Drahtes darf nicht zu straff sein, damit eine auf dem Drahte verschiebbare kleine Klemmschraube g sich ohne Schwierigkeit auch an den Drahtstiften vorbei bewegen lässt. Diese Klemmschraube ist am besten eine der unter Nr. IV aufgeführten, zur Verbindung von Draht und Blech bestimmten, die man leicht an jeder Stelle des Drahtes ansetzen kann. Die Galvanometerzuleitungen befestigt man (Fig. VI A) in a und b, die Poldrähte eines kleinen, in der Mitte des Brettes stehenden Daniellelementes unter Hinzufügung eines passenden Zusatzwiderstandes mit a und g; ist z. B. der zwischen a und b geschaltete Nickelindraht 4 cm lang, so muss der Gesamtwiderstand des Elementes und des Zusatzes 40 Ohm betragen, damit der unverzweigte Strom eine Ablenkung von 30 Grad erzeugt. Die Kanten des Brettes versieht man mit einer fortlaufenden, von a beginnenden Centimeterteilung, so dass die Punkte a, d, e, f, a den Zahlen 0, 30, 60, 90, 120 entsprechen. — So lange d und c nicht verbunden sind, geht der Strom des Elementes E den einfachen Weg E a b d g E. Dabei ändert sich der Galvanometerausschlag nur wenig, wenn man g verschiebt, weil der Widerstand des dicken Nickelindrahtes im Vergleich zu dem des Elementes nur gering ist. Wird aber a mit c verbunden, so spaltet sich der Strom in die beiden Zweige a b g und a c g, deren Widerstandsverhältnis durch Verschieben der Klemmschraube g beliebig geändert werden kann. Das Galvanometer misst nun freilich immer nur die Stromstärke des einen Zweiges a b g. Indem man aber g hintereinander an zwei symmetrischen Stellen des Drahtes, z. B. an den Punkten 40 und 80, ansetzt, kann man die beiden Zweige mit einander vertauschen und also die Stromstärke in beiden hintereinander messen.

Dieselbe Vorrichtung dient zur Darstellung der Brückenverzweigung; nur werden die Galvanometerdrähte nicht in a und b festgeklemmt, sondern (Fig. VI B) mit zwei kleinen Klemmschrauben h und i von gleicher Form wie g verbunden, die man dann wieder an beliebigen Stellen des Nickelindrahtes ansetzen kann.

XIII. Einen Satz Widerstände kann man sich mit geringen Kosten selbst anfertigen. Zu 1000 Ohm genügt $^1/_4$ kg besponnenen Nickelindrahtes von 0,3 mm Durchmesser für 6 Mk.; begnügt man sich mit 100 Ohm, so sind die Kosten natürlich noch viel geringer. Einen Normaldraht aber von 1 Ohm, nach welchem man die übrigen Widerstände bestimmt, kann man jetzt, da Widerstandskästen so viel gebraucht werden, leicht ohne Kosten abmessen lassen.

Man bildet aus Nickelindraht mit Hilfe von vier Klemmschrauben drei Zweige einer Wheatstoneschen Brücke, schaltet als vierten Zweig den Normaldraht von 1 Ohm und verändert die Zweige so lange, bis der Strom in einem ähnlich wie Nr. IX konstruierten, aber mit mehr Windungen versehenen und darum noch zwanzigmal empfindlicheren Galvanometer verschwindet. An Stelle des Normaldrahtes schaltet man nun einen Nickelindraht von 1 mm Stärke, dessen Widerstand beim Verschwinden des Stromes gleich dem des Normaldrahtes d. h. gleich 1 Ohm ist. Den Draht wickelt man bifilar auf eine kleine Holzrolle (Zwirnröllchen)

und lötet seine Enden an zwei dicke kurze Kupferdrähte, die man schon vorher in passenden Durchbohrungen des Röllchens festgeklemmt hat, so dass die Lötestellen vor Beschädigungen möglichst geschützt sind. — Indem man nun das neu gewonnene Ohm mit dem Normaldraht zusammen in einen Zweig der provisorischen Messbrücke schaltet und die übrigen Zweige entsprechend verändert, erhält man ähnlich wie früher 2 Ohm, dann weiter 2 Ohm, 5 Ohm, 10, 10, 20, 50, 100, 100, 200, 500 Ohm, 10 Ohm, 100 Ohm, 100 Ohm, 10 Ohm. Die Widerstände von 5 Ohm und 10 Ohm macht man aus 0,5 mm starkem, die höheren aus 0,3 mm starkem Nickelindraht. Jeder der Widerstände wird ähnlich, wie oben beschrieben, bifilar auf ein Röllchen gewickelt, die Enden werden an starke Kupferdrähte gelötet und die Röllchen in obiger Reihenfolge auf ein streng passendes rundes Holzstäbchen geschoben. Die beiden aus den Röllchen herausragenden Enden der Holzstäbchens befestigt man nun auf zwei Klötzchen, die auf ein Grundbrett von 2 cm Stärke aufgeleimt sind, und führt je zwei Enddrähte zweier benachbarter Widerstandsröllchen nach einer in das Grundbrett gebohrten Quecksilbervertiefung. Durch kurze Kupferdrahtbügel, welche zwei benachbarte Vertiefungen verbinden, kann man dann ähnlich wie bei einer Stöpselverbindung beliebige Widerstände ausschalten. Diese Widerstandsvorrichtung lässt sich ebenso wie der Weinholdsche Widerstandskasten als Messbrücke benutzen. Der Apparat hat natürlich ein gefälligeres Aussehen und ist auch bequemer im Gebrauch, wenn man sich von einem Handwerker eine Stöpselvorrichtung herrichten und auf einem Kasten befestigen lässt. Mein Kollege Schulz hat einen solchen bis 122 Ohm reichenden Widerstandskasten mit Rheochord mit 10 Mk. Auslagen für Handwerkerarbeit, Draht, Klemmschrauben u. s. w. hergestellt.

Ablenkung der Magnetnadel. Begründung der Bezeichnung „Strom“.

§ 3. Der Anschluss des Galvanismus an den Magnetismus wird am einfachsten erreicht, wenn man mittels eines möglichst einfachen Elementes die Wirkung des Stromes auf eine Magnetnadel zeigt. Die in § 2 Nr. I erwähnten Kupfer- und Zinkplatten taucht man in ein passendes Glasgefäss mit Salzwasser und verbindet sie durch einen 2—3 m langen Kupferdraht von 1 mm Stärke, der eine Strecke weit auf einem Tische in der Richtung des magnetischen Meridians ausgespannt ist: eine über dem Drahte auf einer Spitze drehbare Magnetnadel Nr. II wird aus ihrer natürlichen Lage abgelenkt, wenn man die Drahtenden mit den beiden Platten verbindet. Die Ablenkung erfolgt nach der entgegengesetzten Seite, wenn man die Verbindung der Drahtenden mit den beiden Platten vertauscht. Die Art der Ablenkung hängt also von der Richtung der Verbindung Kupfer — Zink ab. Wir können freilich die unmittelbare Ursache der beobachteten Ablenkungen mit unsern Sinnen nicht wahrnehmen; da aber der Begriff der Richtung sich am einfachsten bei einer Bewegung versinnlichen lässt, so wollen wir annehmen, dass irgend eine uns verborgene Substanz sich in dem Drahte in einer bestimmten Richtung bewegt. Da nun die Ablenkung der Magnetnadel nicht eine momentane ist, sondern so lange dauert, bis die Drahtverbindung wieder gelöst ist, so muss die Ursache der Ablenkung auch eine dauernde, jene von uns angenommene Bewegung also ein Strom sein. Die bewegte Substanz wollen wir Galvanismus, den Strom einen galvanischen nennen. Es wird hier nötig sein, die Schüler besonders darauf aufmerksam zu machen, dass diese Einführung des Ausdrucks „Strom“ keine Erklärung der Erscheinungen bietet, sondern nur zur bequemen und einfachen Bezeichnung der Art der Drahtverbindungen dienen soll. Es ist sogar ganz gleichgiltig, welche Richtung man diesem Strome zuerteilen will; ganz willkürlich hat man festgesetzt, dass der Strom in dem Drahte vom Kupfer zum Zink herabläuft. — Hebt man die Platten etwas aus der Flüssigkeit, so nimmt die Ablenkung ab, senkt man sie tiefer hinein, so nimmt die Ablenkung zu, überschreitet aber niemals 90 Grad. Der Strom hat also das Bestreben, die Nadel senkrecht zu seiner Richtung zu stellen, wird aber hieran durch den Magnetismus der Erde gehindert. — Verschiebt man die Magnetnadel längs des Drahtes, so erhält man an allen Punkten dieselbe Wirkung, in der Nähe der Platten nicht schwächer

und nicht stärker als in der Mitte des Drahtes, an der Kupferplatte nach derselben Richtung wie an der Zinkplatte; wir können also annehmen, dass ähnlich wie bei einer Flüssigkeitsströmung durch alle Querschnitte des Strombettes, hier also des Drahtes, gleiche Mengen Elektricität fliessen. Der galvanische Strom ist an allen Stellen des Schliessungsdrahtes gleich stark. Hat der Strom die Richtung von Süden nach Norden, so wird das Nordende der Magnetnadel nach Osten, also nach rechts abgelenkt; kehrt man die Richtung des Stromes um, so zeigt das Nordende der Nadel nach Westen, also wieder nach rechts, wenn man sich mit dem Strome wandernd denkt. Hebt man nun den Draht ein wenig vom Tische ab, so dass der Strom über der Magnetnadel fortfliesst, so gehen die Ablenkungen in die entgegengesetzten über; die vorher gefundene Regel passt also jetzt nicht. Die Unterscheidung eines rechten und linken Stromufers setzt voraus, dass wir in aufrechter Stellung mit dem Strome wandern; eine bestimmte, durch den Strom gelegte Ebene, die horizontale, ist vor den andern Ebenen bevorzugt. Denkt man sich jedoch in dem Strome schwimmend, so zeigt nur beim Schwimmen auf dem Bauche die rechte Hand nach dem rechten Ufer; schwimmt man auf dem Rücken, so zeigt sie nach dem linken Ufer, schwimmt man auf der rechten Seite, so zeigt sie nach unten. So müssen wir auch beim galvanischen Strome nicht nur seine Richtung, sondern auch seine Lage in Bezug auf den von ihm beeinflussten Körper berücksichtigen. Nach Ampère denken wir uns mit dem Strome schwimmend, das Gesicht dem Magnetpole zugekehrt, dann wird stets der Nordpol nach links, der Südpol nach rechts abgelenkt. Man löst nun den Schliessungsdraht vom Tische los, biegt daraus ein Rechteck und zeigt durch Annähern der Magnetnadel an die verschiedenen Seiten desselben, dass die Ampèresche Schwimmregel nicht nur für die horizontalen, sondern auch für die vertikalen Seiten des Rechtecks gilt. Denkt man sich nun in dem Rechteck rings herum schwimmend, während das Gesicht stets nach innen gekehrt ist, so zeigt die linke Hand unverändert nach derselben Richtung; in Bezug auf eine im Innern des Rechtecks befindliche Magnetnadel unterstützen sich daher die sämtlichen Teile des Rechtecks. Hieraus ergiebt sich von selbst die Konstruktion und Wirkungsweise des Multiplikators, die man an einem ganz einfachen, nach Weinhold, 1. Aufl. Figur 464, konstruierten Exemplare näher erläutert. Taucht man die Kupfer- und die Zinkplatte nur so wenig in die Flüssigkeit, dass der einfache Draht kaum noch eine merkliche Ablenkung hervorbringt, so erhält man bei derselben Stellung der Platten einen recht kräftigen Ausschlag der Multiplikatornadel. Die Ablenkung der Nadel ist das Resultat zweier Kräfte, der ablenkenden Kraft des Stromes, der die Nadel von Osten nach Westen zu drehen strebt, und der Kraft des Erdmagnetismus, der sie in der Nord-Südlage festzuhalten sucht. Unter dem Einfluss beider Kräfte nimmt die Nadel eine Mittellage ein und folgt dabei mehr der grösseren Kraft. Man kann daher die Ablenkung vergrössern, wenn man die ablenkende Kraft des Stromes vergrössert; dasselbe geschieht aber auch, wenn man die festhaltende Kraft des Erdmagnetismus verringert. Das letzte erreicht man durch Anwendung der astatischen Doppelnadel. In der That ist die Ablenkung der astatischen Nadel noch bedeutend grösser als die der einfachen. Die Astasierung der Magnetnadel durch einen Magnetstab ist für die Schüler übrigens auch leicht verständlich, kann aber ohne Schaden übergangen werden. — Da die Ablenkung von der Stärke des Stromes abhängt, so kann man die Stromstärke durch die Ablenkungen des Multiplikators messen. Nach diesen Vorbereitungen verstehen die Schüler die Anwendung des in Nr. IX beschriebenen Galvanometers.

Bedingungen für die Entstehung des Stromes. Spannungsreihe.

§ 4. Wenn man den Verbindungsdraht an irgend einer Stelle unterbricht, so verschwindet die Ablenkung, also auch der Strom. Die Ablenkung zeigt sich auch nicht wieder, wenn man die Lücke durch ein Stück Holz oder andere Körper, wohl aber, wenn man sie durch ein Stück Metall, z. B. eine Klemmschraube, ausfüllt. Stellt man die beiden Platten in zwei getrennte Gefässe mit Salzlösung, so erhält man ebenfalls keine Ablenkung. Die Platten

müssen durch die Flüssigkeit miteinander verbunden sein, wenn ein Strom zu stande kommen soll. *Der Strom bedarf eines in sich selbst zurückkehrenden Bettes, das teils durch den Metalldraht, teils durch die Flüssigkeit gebildet ist.* Metalle und Flüssigkeiten sind also Leiter des Stromes. Wenn der Strom nun in dem einen Teile seines Bettes, in dem Drahte, seinem natürlichen Gefälle folgt, so muss er in dem andern Teile wieder zu seiner ursprünglichen Höhe gehoben werden, da er ja dauernd fliesst; das ist vergleichbar mit dem natürlichen Kreislauf des Wassers; die Ströme ergiessen sich von den Gebirgen herab dauernd ins Meer, ohne dass sich ihre Quellen erschöpften oder das Meer höher stiege, weil das Wasser durch die Sonnenwärme verdunstet und dadurch auf den Gebirgskamm gehoben wird.

Ist es nötig, dass die Platten gerade aus Kupfer und Zink bestehen? Man verbindet zwei Klemmschrauben Nr. IV mit den Galvanometerzuleitungen und mit zwei Kupferstreifen Nr. III und taucht diese in ein mit Salzwasser gefülltes Probierglas; es erfolgt keine Ablenkung, ebenso, wenn man zwei Zinkstreifen benutzt. Kombiniert man dagegen einen Zinkstreifen mit einem Bleistreifen, so erhält man eine sehr kräftige Ablenkung von nahezu 90 Grad. Aus der Art der Ablenkung schliesst man, dass der Strom vom Blei zum Zink gerichtet ist. Um die Stärke des hierbei erzeugten Stromes mit den andern Stromstärken vergleichen zu können, mässigt man die Ablenkung durch Einschaltung eines Widerstandes von einigen 100 Ohm, z. B. der sekundären Spule eines Induktionsapparates. In ähnlicher Weise kombiniert man dann den Zinkstreifen mit allen übrigen, dann den Eisenstreifen mit den übrigen u. s. w., bestimmt jedes Mal die Richtung des Stromes und die Grösse der allerdings ziemlich inkonstanten Ablenkung und trägt die Resultate der Beobachtungen auf der Wandtafel in ein Schema, in welchem die Pfeile die Stromrichtung in dem Schliessungsdrahte andeuten.

	Zink	Eisen	Blei	Kupfer	Kohle
Zink	0	← 5°	← 10°	← 15°	← 20°
Eisen		0	← 5°	← 10°	← 15°
Blei			0°	← 5°	← 12°
Kupfer				0	← 10°
Kohle					0

Die Verbindung des Zinks mit den übrigen Metallen liefert stets einen zum Zink gerichteten Strom, die Verbindung des Eisens mit den folgenden einen zum Eisen gerichteten Strom u. s. w. *Die Metalle und die Kohle lassen sich in eine Reihe ordnen, sodass die Verbindung zweier Glieder dieser Reihe stets einen zum vorhergehenden Gliede gehenden Strom liefert; dieser Strom ist desto stärker, je weiter die Glieder in der Reihe von einander entfernt sind. Zwei gleichartige Metallplatten liefern keinen Strom.* In allen in der Praxis gebräuchlichen Elementen besteht daher die eine Polplatte aus Zink, die andere aus Kupfer, Kohle oder Platin.

Konstante Elemente.

§ 5. Bei den letzten Versuchen können die Ablenkungen nicht sehr scharf bestimmt werden, weil sich die Nadel allmählich wieder der Nulllage nähert. Diese Inkonstanz zeigt sich

noch deutlicher, wenn man ein kleines Meidingerelement Nr. VI nur mit Bittersalzlösung füllt, die auf 1 cm genäherten Platten mit den Galvanometerleitungen verbindet und die allzu starke Ablenkung nicht durch Einschaltung eines grossen Zusatzwiderstandes, sondern durch eine passende kurze Verzweigung mässigt. Die Ablenkung nimmt in kurzer Zeit ab; zugleich bemerkt man, dass die Kupferplatte einen Überzug von kleinen Gasbläschen erhält. — Füllt man nun aber eine lange Kugelpipette mit Kupfervitriollösung, taucht sie in die Bittersalzlösung bis zur Berührung mit der Kupferplatte, lässt soviel herauslaufen, dass die Kupferplatte gerade von der blauen Flüssigkeit bedeckt ist, und hebt dann die wieder verschlossene Pipette heraus, so wird der Ausschlag bedeutend grösser als vorher und nimmt selbst innerhalb einiger Stunden nicht merklich ab, wenn man noch einige Kupfervitriolkrystalle hineinwirft. Unterlässt man dieses, so verschwindet nach einiger Zeit die blaue Farbe des Kupfervitriols, die Platte bedeckt sich wieder mit Gasbläschen, der Strom wird inkonstant. Nimmt man endlich das Element auseinander, so erscheint die Kupferplatte hellrot von einem neuen Kupferüberzuge. — Die Ursache der Inkonstanz ist also in den Gasbläschen zu suchen, mit denen sich die Kupferplatte bedeckt; denn, wenn ihre Bildung verhindert wird, so ist das Element konstant. Wir haben früher gesehen, dass der Strom beim Öffnen des Schliessungsdrahtes verschwindet, weil er die zwischen den Drahtenden befindliche Luftschicht nicht überspringen kann; die oben beobachtete Schwächung des Stromes erfolgt also wohl auch deshalb, weil die unmittelbare Berührung der Kupferplatte und der Flüssigkeit durch die Gasbläschen verhindert wird. — Ersetzt man die Bittersalzlösung durch verdünnte Schwefelsäure, so wird die Wirksamkeit des Elementes noch verbessert, dagegen beobachtet man an dem Zink eine sehr lebhafte Gasentwicklung schon vor dem Schliessen des Elementes. Reibt man nun aber das Zink mit etwas Quecksilber ein, so hört die Gasentwicklung auf, während die Wirkung des Elementes noch kräftiger wird. Die so konstruierten konstanten Elemente heissen „Meidingersche“. — Das aus Zink und Kohle bestehende Element war auch nicht konstant. Ersetzt man die Salzlösung durch Chromsäurelösung, so ist die Wirkung des Elements wesentlich stärker, nimmt auch weniger schnell ab, ist aber nicht ganz konstant. — Taucht man einen Zinkstreifen in Kupfervitriollösung, so erhält er einen Kupferüberzug. Würde also in dem Meidingerschen Elemente die Kupfervitriollösung bis zum Zink steigen, so müsste das Element unwirksam werden, weil es dann aus zwei gleichartigen Metallen bestände. Die Vermischung der Flüssigkeiten wird nur durch ihr verschiedenes specifisches Gewicht gehindert. Bei dem Daniellschen Elemente vermeidet man jene schädliche Mischung, ohne die gegenseitige Berührung der Flüssigkeiten zu beeinträchtigen, indem man sie durch eine Tierblase oder eine poröse Thonzelle von einander trennt. Man setzt ein kleines Daniellsches Element vor den Augen der Schüler zusammen und zeigt die kräftige Wirkung auf das Galvanometer. Dann ersetzt man in einem ähnlichen Elemente den Kupfercylinder durch ein Kohlenprisma und die Kupfervitriollösung durch Salpetersäure oder Chromsäurelösung und zeigt, dass dieses Element noch wesentlich kräftiger wirkt. So kennen die Schüler auch die beiden Formen des Bunsenschen Elements.

Widerstand der Drähte.

§ 6. Wir haben bei den früheren Versuchen grosse Galvanometerausschläge durch Einschaltung des Induktionsapparates gemässigt; indem wir also den Strom zwangen, durch einen langen dünnen Draht zu gehen, verminderte sich seine Stärke. Wir können daher annehmen, dass der Strom in dem Drahte ein Hindernis, einen Widerstand, findet. Wie hängt nun dieser Widerstand von den Abmessungen des Drahtes ab? — Man verbindet (Fig. IV B) die Klemmen a und b des Verzweigungsklotzes Nr. X mit den Polen eines kleinen Daniellelementes, die Klemmen c und d mit den Galvanometerleitungen, schaltet zwischen a und c einen Widerstand von 100 Ohm und zwischen b und c einen Nickelindraht von $1/4$ Ohm. Verbindet man nun b mit d durch einen kurzen, dicken Kupferdraht, so erfolgt eine sehr starke Ablenkung. Ersetzt man den Kupferdraht dagegen durch den Draht Nr. XI,

so wird die Nadel nur um wenige Grade abgelenkt. Schaltet man nun zwischen b und d 1 bezw. 2, 3, 4 u. s. w. Decimeter des Messdrahtes Nr. XI, so erhält man die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Ablenkungen.

Drahtlängen	1	2	3	4	6	8	10	12	16	20	24	Dcm.
Ablenkungen	46,5	35	28	23	17	13	11	9,5	7,5	6	5	Grad.

Aus der Tabelle ergiebt sich, dass der Strom desto mehr abnimmt, je länger der Draht ist, durch den er gehen muss. Der Widerstand des Drahtes ist also von seiner Länge abhängig, er nimmt mit der Länge zu. Da nun der Widerstand kein unmittelbar sinnlich wahrnehmbares Ding ist, so messen wir ihn durch die Länge des Drahtes und setzen willkürlich fest: Der Widerstand eines Drahtes ist seiner Länge direkt proportional.

Man schaltet nun zwischen b und d noch einmal 6 Decimeter und erhält natürlich wieder 17 Grad Ablenkung. Führt man dann die folgenden 6 Decimeter von d nach b zurück und klemmt hier beide Drähte zusammen, so steigt die Ablenkung auf 28 Grad. Führt man die jetzt folgenden 6 Decimeter wieder von b nach d, so dass b und d durch 3 Drähte verbunden sind, so erhält man 35 Grad Ablenkung. Verbindet man endlich b und d in ähnlicher Weise durch einen 4fachen Draht, so zeigt die Nadel auf 40 Grad. Die Ablenkungen von 28, 35 und 40 Grad entsprechen nach der obigen Tabelle den einfachen Drähten von 3, 2 und 1,5 Decimeter Länge. Durch das Nebeneinanderschalten von 2, 3 oder 4 Drähten von gleicher Länge hat man also den Widerstand auf $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ des einfachen Drahtes gebracht. — Denkt man sich die nebeneinandergeschalteten Drähte zu einem vereinigt, so hat dieser den doppelten, dreifachen, vierfachen Querschnitt. Hiernach ist zu vermuten, dass der Widerstand eines Drahtes seinem Querschnitte umgekehrt proportional ist. Um diese Vermutung zu bestätigen, schaltet man zwischen b und d mehrere 6 Decimeter lange Nickelindrähte von 0,3, bez. 0,4, bez. 0,5, bez. 0,6 mm Durchmesser und erhält die Ablenkungen von 17, bez. 26, bez. 33, bez. 40 Grad, denen die Messdrahtlängen von 6, bez. 3,4, bez. 2,3, bez. 1,5 Decimeter entsprechen. Nun ist das Durchmesserverhältnis zwischen den ersten und den 3 andern Drähten $^3/_4$, bez. $^3/_5$, bez. $^3/_6$, das Querschnittsverhältnis also $^9/_{16} = 0{,}5625$, bez. $^9/_{25} = 0{,}36$, bez. $^1/_4 = 0{,}25$. Das Widerstandsverhältnis zwichen dem ersten und den 3 andern Drähten ist $\frac{6}{3{,}4}$, bez. $\frac{6}{2{,}3}$, bez. $\frac{6}{1{,}5}$; die reciproken Werte hiervon, nämlich $\frac{3{,}4}{6} = 0{,}567$, bez. $\frac{2{,}3}{6} = 0{,}383$, bez. $\frac{1{,}5}{6} = 0{,}25$ stimmen mit den Querschnittsverhältnissen 0,5625, bez. 0,36, bez. 0,25 so genau überein, als es bei der ungenauen Interpolation der Tabelle zu erwarten war. Die Vermutung ist also bestätigt: Der Widerstand eines Drahtes ist seiner Länge direkt, seinem Querschnitte umgekehrt proportional.

Abhängigkeit des Widerstandes von dem Stoff der Drähte.

§ 7. Schaltet man einen 0,3 mm starken Eisendraht zwischen b und d, so wechselt die Ablenkung ebenfalls mit der Länge des Drahtes. Bei 24 Decimeter Länge erhält man aber nicht wie früher 5 Grad, sondern 12 Grad Ablenkung, welche nach der Tabelle einem Nickelindraht von 9 Decimeter Länge entspricht. Der Widerstand des Eisendrahtes beträgt also nur $^9/_{24}$ oder $^3/_8$ von dem des Nickelindrahtes; Eisen leitet $^8/_3 = 2^2/_3$ mal so gut als Nickelin. — Ein Messingdraht von gleichen Dimensionen liefert 17 Grad Ablenkung, entsprechend 6 Decimeter des Messdrahtes; Messing leitet also $^{24}/_6 = 4$ mal so gut als Nickelin. — Ein Kupferdraht von gleichen Dimensionen liefert eine Ablenkung von 40 Grad und hat daher den Widerstand von 1,5 Decimeter des Messdrahtes; Kupfer leitet $\frac{24}{1{,}5} = 16$ mal besser als Nickelin.

Wie wir hier den Widerstand des Eisens, Messings und Kupfers auf den des Nickelins bezogen haben, so kann man auch alle übrigen Metalle mit einem beliebigen vergleichen. Man pflegt das Quecksilber zur Grundlage der Messungen zu machen, weil sich dieses flüssige Metall am leichtesten ganz rein darstellen lässt. So hat man gefunden, dass Nickelin 3,5 mal, Eisen 9 mal, Messing 14 mal, Kupfer 16 mal besser als Quecksilber leitet. Diese Zahlen nennt man das spezifische Leitungsvermögen der Körper bezogen auf Quecksilber.

Widerstandseinheiten.

§ 8. Jede Grösse kann nur durch eine gleichartige Grösse gemessen werden; man stellt daher für jede Art von Messungen eine beliebige, aber bestimmte Menge des zu messenden Dinges als Masseinheit auf. Für den galvanischen Leitungswiderstand ist man übereingekommen, den Widerstand einer Quecksilbersäule von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt als Masseinheit anzusehen; dieses Mass führt nach seinem Urheber den Namen „Siemens". Der folgende Ansatz zeigt, wie man den Widerstand eines Metalldrahtes von gegebenen Dimensionen und gegebener Leitungsfähigkeit in „Siemens" berechnen kann. Welchen Widerstand hat ein Messingdraht von 70 cm Länge und $^3/_4$ qmm Querschnitt, wenn die Leitungsfähigkeit des Messings gleich 14 angenommen wird?

1 m Quecksilber von 1 qmm Querschnitt und dem Leitungsvermögen 1 hat 1 S Widerstand
0,7 „ „ „ 0,75 „ „ „ „ „ 14 „ ? „ „

$$w = \frac{1.\ 0{,}7}{0{,}75.\ 14} = \frac{70}{75.\ 14} = \frac{10}{75.\ 2} = \frac{10}{150} = \frac{1}{15} \text{ Siemens.}$$

Nach einem ähnlichen Ansatze findet man den Widerstand eines Drahtes von l m Länge, q Quadratmillimeter Querschnitt und dem Leitungsvermögen k:

1 m Quecksilber von 1 qmm Querschnitt und dem Leitungsvermögen 1 hat 1 S Widerstand
l „ „ „ q „ „ „ „ „ k „ ? „ „

$$w = \frac{1.\ l}{q.\ k} = \frac{l}{k\ q}$$

Später hat man unter dem Namen „Ohm" den Widerstand einer Quecksilbersäule von 1,06 m Länge und 1 qmm Querschnitt als Masseinheit festgesetzt. Den Widerstand eines beliebigen Drahtes in Ohm findet man dann nach folgendem Ansatz:

1,06 m Quecksilber von 1 qmm Querschnitt und dem Leitungsvermögen 1 haben 1 Ohm Widerstand
l „ „ „ q „ „ „ „ „ k „ ? „ „

$$w = \frac{1.\ l}{1{,}06.\ q.\ k} = \frac{l}{1{,}06\ k.\ q} \text{ „Ohm."}$$

Das Produkt 1,06 k nennt man das specifische Leitungsvermögen bezogen auf „Ohm"; man bezeichnet es mit $\varkappa$. Kennt man den Zahlenwert dieses Leitungsvermögens, so ist $w = \frac{l}{\varkappa.\ q}$ Ohm. — Wenn nicht der Querschnitt eines Drahtes, sondern sein Durchmesser gegeben ist, so muss der erstere natürlich nach der Formel $r^2\ \pi$ berechnet werden.

Die Formeln $l = k.\ q.\ w$ und $l = \varkappa.\ q.\ w$, die ohne weiteres aus den obigen folgen, dienen dazu, um die einem verlangten Widerstande entsprechende Länge des Drahtes zu berechnen. Will man z. B. wissen, wieviel Meter eines Drahtes von 1 qmm Querschnitt zu 1 „Siemens" oder zu 1 „Ohm" gehören, so muss man w und q gleich 1 setzen; dann ist $l = k$ oder $l = \varkappa$. Das specifische Leitungsvermögen giebt also ohne weiteres an, wieviel Meter des betreffenden Drahtes von 1 qmm Querschnitt auf 1 „Siemens" oder 1 „Ohm" gehen.

Widerstand der Flüssigkeiten.

§ 9. Man füllt ein Meidingerelement Nr. V mit Regenwasser und setzt statt der Zinkplatte z die Kupferplatte eines zweiten Meidingerelementes Nr. V ein; da jetzt beide

Platten aus demselben Metalle bestehen, so kann diese Vorrichtung, wie wir früher gesehen haben, keinen Strom erzeugen. Verbindet man nun die Platten durch Kupferdrähte mit den Klemmen b und d des nach Fig. IVB mit dem Galvanometer und einem Daniellelemente verbundenen Verzweigungsklotzes, so zeigt das Galvanometer keine Ablenkung; selbst wenn man die Verzweigung zwischen b und c unterbricht, schlägt die Nadel kaum merklich aus. *Reines Wasser leitet den Strom fast gar nicht.*

Fügt man nun, ohne die Verzweigung wieder herzustellen, einige Körnchen irgend eines Salzes oder einen Tropfen Säure hinzu, so wird die Ablenkung merkbar und nimmt zu, je mehr man von den Salzen und Säuren in beliebiger Reihenfolge hinzufügt. *Säuren und Salzlösungen leiten den Strom.*

Lässt man die Vorrichtung eine Zeit lang stehen, so entwickeln sich an den Kupferplatten, ähnlich wie bei den inkonstanten Elementen, Gasbläschen, und die Stromstärke nimmt langsam ab. Füllt man aber statt der bisherigen Flüssigkeit konzentrierte Kupfervitriollösung ein, so muss man die Verzweigung bc wiederherstellen, um die gar zu grosse Ablenkung auf eine passende Grösse herabzudrücken, die Gasentwickelung zeigt sich nicht, die Ablenkung bleibt konstant. Nähert man die Kupferplatten einander auf 1 cm, so beträgt der Ausschlag der Galvanometernadel 17 Grad; entfernt man die Platten dagegen auf 2, bez. 3, bez. 4 cm, so erhält man Ausschläge von 11, bez. 7, bez. 5 Grad. Die Flüssigkeitssäulen von 1, bez. 2, bez. 3, bez. 4 cm Höhe haben also dieselben Widerstände wie 6, bez. 12, bez. 18, bez. 24 Decimeter unseres Messdrahtes. *Der Widerstand, den der Strom in der Flüssigkeit findet, ist der durchlaufenen Strecke proportional.*

Indem wir die bei Nr. V beschriebenen durchbohrten Pfropfen in die Kupfervitriollösung bis zur Berührung mit der unteren Kupferplatte einführen und dann die obere Kupferplatte einsetzen, erhalten wir Flüssigkeitssäulen von 1 cm Höhe und 4, bezw. 3, bezw. 2 cm Durchmesser und Ablenkungen von 17, bezw. 10,5, bezw. 5 Grad, entsprechend den Messdrahtlängen von 6, bezw. 10,5, bezw. 24 dcm. Während also der Durchmesser der Flüssigkeitssäule auf $^3/_4$ bezw. $^1/_2$, der Querschnitt also auf $^9/_{16}$ (ungefähr $^1/_2$), bezw. $^1/_4$ abnimmt, wächst der Widerstand von 6 auf 10,5 bezw. 24 d. h. ungefähr auf das Doppelte bezw. Vierfache. *Der Widerstand einer Flüssigkeitssäule ist, ebenso wie der eines Drahtes, der Länge direkt, dem Querschnitt umgekehrt proportional.*

Die 1 cm hohe Schicht Kupfervitriollösung von 4 cm Durchmesser hat, wie wir eben sahen, denselben Widerstand wie ein 60 cm langer Nickelindraht von 0,3 mm Stärke. Daraus ergiebt sich das specifische Leitungsvermögen der Flüssigkeit durch folgenden Ansatz:

Für einen gewissen Widerstand braucht man

60 cm von 0,3 mm Durchmesser und dem Leitungsvermögen 3,5
oder 1 „ „ 40 „ „ „ „ „ ?

$$k = \frac{3{,}5 \,.\, 0{,}3^2}{60 \,.\, 40^2} = \frac{3{,}5 \,.\, 0{,}09}{60 \,.\, 1600} = \frac{35 \,.\, 9}{60 \,.\, 1600 \,.\, 1000} = \frac{7 \,.\, 3}{4 \,.\, 1600 \,.\, 1000} = \frac{21}{6\,400\,000} =$$

$= \frac{1}{300\,000}$ ungefähr. Die Kupfervitriollösung leitet also ungefähr 300 000 mal schlechter als Quecksilber. Eine Schicht von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt hat einen Widerstand von ungefähr 300 000 „Siemens“ oder „Ohm“. — Die Leitungsfähigkeit der andern Salzlösungen ist nicht sehr hiervon verschieden; verdünnte Säuren leiten etwas besser.

Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur.

§ 10. Man wickelt einen 0,3 mm starken und 2 m langen Eisendraht über einer bleistiftstarken Glasröhre zu einer Spirale, zieht diese etwas auseinander, so dass die einzelnen Windungen sich gegenseitig nicht berühren, und schaltet sie zwischen die Klemmen b und d des Verbindungsklotzes (Fig. II B). Die Ablenkung von 14 Grad, die man hierbei erhält, sinkt

bald auf die Hälfte und einen geringeren Bruchteil, wenn man die Spirale durch eine Spirituslampe erwärmt. Ähnliche Resultate erhält man mit Kupfer- und Messingdrähten. Der Widerstand des Nickelindrahts wird bedeutend weniger von der Temperatur beeinflusst. Der Widerstand aller Metalldrähte wächst mit der Temperatur.

Die Masseinheiten „Siemens“ und „Ohm“ müssen daher schärfer definiert werden als die Widerstände der Quecksilbersäulen von 1 bezw. 1,06 m Länge und 1 qmm Querschnitt bei Null Grad.

Wegen der Grösse und der geringen Veränderlichkeit des Widerstands von Nickelindrähten wendet man diese gewöhnlich zur Herstellung der praktischen Widerstandssätze an.

Um die Abhängigkeit des Flüssigkeitswiderstandes von der Temperatur zu untersuchen, füllt man die Vorrichtung Nr. VIII Fig. V in der eben dort beschriebenen Weise mit Kupfervitriollösung, taucht in jedes der beiden Gläser einen Kupferstreifen Nr. III und verbindet diese durch passende Drähte mit den Klemmen b und d des Verzweigungsklotzes. Ein Ausschlag von 7 Grad erfolgt erst, nachdem man die Verzweigung bc beseitigt hat. Erwärmt man nun den horizontalen Teil der Röhre durch eine fortwährend hin und her bewegte Spirituslampe, so nimmt der Ausschlag sehr merklich zu. Der Widerstand aller Flüssigkeiten, mit Ausnahme des metallischen Quecksilbers, sinkt bei steigender Temperatur.

Abhängigkeit der Stromstärke vom Widerstande. Innerer Widerstand.

§ 11. Die Versuche des § 6 haben gezeigt, dass die Stromstärke abnimmt, wenn man den Widerstand bd vergrössert. Ersetzt man nun das daselbst mit einem Zusatzwiderstand von 100 Ohm benutzte Daniellelement durch eins der kleinen Meidingerelemente Nr. VI mit beweglichen Platten, so findet man, dass die Stromstärke auch abnimmt, wenn man die Platten weiter von einander entfernt. Ersetzt man das kleine Element Nr. VI durch ein grösseres Nr. V, so erhält man bei gleichem Plattenabstande eine grössere Ablenkung, die aber wieder abnimmt, wenn man den Querschnitt der Flüssigkeitsschicht in dem Elemente durch die in Nr. V erwähnten durchbohrten Pfropfen vermindert. Der gemeinsame Grund dieser Stromschwächungen ist offenbar die in allen diesen Fällen erfolgte Vermehrung des Flüssigkeitswiderstandes im Innern des Elementes. Die Stromstärke hängt also nicht nur von dem äusseren Drahtwiderstande, sondern auch von dem inneren Flüssigkeitswiderstande des Elementes ab. Um das Gesetz dieser Abhängigkeit zu finden, ist es nötig, den veränderlichen Drahtwiderstand mit dem veränderlichen Elemente ohne trennende Verzweigung zu einem Stromkreise zu vereinigen. Man verbindet (Fig. IV D) die Klemmen a und b des Verzweigungsklotzes Nr. X mit den Polen des grossen Meidingerelementes Nr. V, verlegt die Verzweigung von bc nach ad und regelt diese Verzweigung und den Zusatzwiderstand ac so, dass die Magnetnadel um 5 Grad abgelenkt wird, wenn man zwischen b und d 24 Decimeter des Messdrahtes schaltet und die Platten des Elementes auf 6 cm entfernt. Bringt man nun entweder den äusseren oder den inneren Widerstand auf die Hälfte, indem man nur 12 Decimeter des Messdrahtes einschaltet oder die Platten auf 3 cm einander nahe bringt, so nimmt die Ablenkung zwar zu, aber nicht, wie man nach den früheren Beobachtungen vermuten könnte, auf das Doppelte; eine Ablenkung von ungefähr 10 Grad erhält man erst, wenn man beide Widerstände zugleich auf die Hälfte vermindert. Ähnlich erhält man 15 Grad Ablenkung, das Dreifache der ursprünglichen, wenn man nur 8 Decimeter Draht und 2 cm Flüssigkeit einschaltet. Es scheint hiernach, dass die Stromstärke dem gesamten, aus innerem und äusserem zusammengesetzten, Widerstande des Stromkreises umgekehrt proportional ist. Versuchen wir nun das Gesetz zu bestätigen, indem wir nur 4 Decimeter Draht und 1 cm Flüssigkeit einschalten, so erhalten wir nicht 30 Grad, sondern nur ungefähr 27 Grad Ablenkung. Diese Abweichung beweist aber noch nicht, dass unsere Vermutung unrichtig ist; denn wir wissen zwar, dass die Ablenkung mit der Stromstärke wächst, wir kennen aber nicht den Zusammenhang zwischen

beiden, wir wissen nicht, dass die Ablenkung der Stromstärke proportional ist. Wir bewirken nun durch Verkürzung der Verzweigung ad oder durch Vergrösserung des Zusatzwiderstandes ac, dass die Ablenkung wieder nur 5 Grad beträgt, wenn wir 8 Decimeter Messdraht einschalten und die Platten auf 2 cm entfernen. Bringen wir nun diese beiden Widerstände auf die Hälfte, nämlich auf 4 Decimeter bezüglich 1 cm, so erhalten wir in der That den doppelten Ausschlag von 10 Grad. Der Ausschlag unseres Galvanometers ist also nur für kleine Ablenkungen der Stromstärke ziemlich genau proportional und nimmt bei grösseren Ablenkungen in geringerem Masse zu als die Stromstärke. Zugleich können wir unsere Vermutung als bestätigt ansehen: Die Stromstärke ist dem Gesamtwiderstande des Stromkreises umgekehrt proportional. Hiernach ist es leicht, den inneren Widerstand eines Elementes zu bestimmen. Wir stellen die Platten des Elementes auf 4 cm Entfernung, ersetzen den Messdraht bd durch einen kurzen dicken Kupferdraht, dessen Widerstand wir vernachlässigen dürfen, und regulieren die Verzweigung so, dass die Nadel um 12 Grad abgelenkt wird. Nun schalten wir statt des kurzen Kupferdrahtes soviel von dem Messdrahte, dass die Ablenkung auf 6 Grad zurückgeht; es werden dazu 24 Decimeter nötig sein. Durch die Hinzufügung dieser 24 Decimeter ist die Stromstärke auf die Hälfte gebracht, der Gesamtwiderstand also verdoppelt worden, folglich ist der innere Widerstand des Elementes gleich dem Widerstande der 24 Decimeter Messdraht. Ebenso findet man einen inneren Widerstand von 18 bez. 12 Decimeter, wenn die Platten des Elementes einen Abstand von 3, bez. 2 cm haben. Benutzt man statt des Messdrahtes einen Widerstandssatz, so erhält man die inneren Widerstände in Ohm ausgedrückt. Dann ergiebt sich der innere Widerstand des kleinen Meidingerelementes bedeutend grösser als der des grossen, der aber auch nicht nur durch Entfernung der Platten, sondern auch durch Verringerung des Querschnitts mit Hilfe der durchbohrten Pfropfen Nr. V vergrössert werden kann. Säuert man die Bittersalzlösung des Meidingerelementes etwas an, so wird der innere Widerstand dadurch verringert. Der Widerstand eines Elementes hängt wesentlich von der Grösse und Entfernung der Platten, aber auch von der Beschaffenheit der Flüssigkeit ab.

Elektromotorische Kraft.

§ 12. Da die Stromstärke nach § 11 dem Gesamtwiderstande umgekehrt proportional ist, so kann sie durch einen Bruch ansgedrückt werden, in dessen Nenner dieser Widerstand steht, man darf $i = \frac{e}{w}$ setzen. Dem Zähler dieses Bruches hat man den Namen „elektromotorische Kraft“ gegeben in der Annahme, dass die Stärke eines Stromes direkt proportional sei der diesen Strom erzeugenden Kraft. Die elektromotorischen Kräfte zweier Elemente vergleicht man daher am besten, wenn man sie auf Stromkreise von gleichem Widerstande wirken lässt; dann verhalten sich die elektromotorischen Kräfte einfach wie die erzeugten Ströme. Dabei tritt nun die Schwierigkeit auf, dass die innern Widerstände der Elemente sich nicht leicht genau bestimmen und in Rechnung bringen lassen. Man vermeidet diese Schwierigkeit, wenn man den äusseren Widerstand des Stromkreises so gross macht, dass die leicht abzuschätzenden inneren Widerstände der Elemente gegen ihn vernachlässigt werden können. — Man schaltet ein Element Nr. V mit dem Galvanometer und ungefähr 1000 Ohm (Induktionsspule) zu einem Stromkreise ohne Verzweigung und findet eine Ablenkung von ungefähr 20 Grad. Verändert man die Entfernung der Platten oder den Querschnitt der Flüssigkeit, oder ersetzt man das Element Nr. V durch das kleinere Nr. VI, so wird die Ablenkung fast gar nicht geändert. Alle diese Elemente haben also dieselbe elektromotorische Kraft, sie unterscheiden sich aber, wie wir früher gesehen haben, durch ihren inneren Widerstand. — Wir verbinden die Kupferpole eines grossen Elements Nr. V und eines kleinen Elements Nr. VI miteinander und die Zinkpole ohne Zusatzwiderstand mit den Zuleitungen des Galvanometers. Wenn nun auch die von den beiden Elementen erzeugten Ströme einander entgegengerichtet sind, so könnte

man doch vermuten, dass sie sich nur teilweise aufheben, da der von dem grossen Elemente allein erzeugte Strom bei kleinem äusseren Widerstande ja im allgemeinen stärker ist als der von dem kleinen Elemente erzeugte. Wir erhalten jedoch gar keine Ablenkung. Und da beide Ströme diesmal genau denselben aus den beiden Elementen und dem Galvanometer bestehenden Widerstand zu durchlaufen haben, so schliessen wir wieder, dass die elektromotorischen Kräfte der beiden Elemente gleich sind. Die elektromotorische Kraft gleichartiger Elemente ist von ihren Dimensionen unabhängig. — Soll daher der Strom grosse Widerstände durchlaufen, so leisten kleine Elemente trotz ihres grossen Widerstandes dasselbe wie grosse.

Ersetzt man in dem 1000 Ohm-Kreise das Meidingerelement durch ein Daniellsches, so zeigt der Ausschlag von 20 Grad, dass die Kraft beider Elemente dieselbe ist. Erzeugt man aber den Strom durch eine kleine Bunsensche oder Chromsäurekette, so erhält man 30 Grad Ablenkung. Da wir nun früher gesehen haben, dass die Stromstärke etwas stärker wächst als die Ablenkung, so ist der durch das Bunsenelement erzeugte Strom um etwas mehr als die Hälfte stärker als der vom Daniellelement erzeugte; die elektromotorische Kraft des ersteren ist also auch etwa $1^2/_3$mal grösser als die des letzteren.

Als Masseinheit der elektromotorischen Kraft stellte man früher die Kraft eines Daniellelements auf. Da aber auch die Kraft der sogenannten konstanten Ketten nicht ganz unveränderlich ist, sondern durch die Temperatur, die Konzentration und übrige Beschaffenheit der Flüssigkeiten, ja sogar durch die Stromstärke etwas beeinflusst wird, so hat man jetzt eine andere, fest bestimmte Einheit unter dem Namen „Volt" eingeführt, die nur um weniges kleiner ist als die durchschnittliche Kraft der Daniellelemente. In diesem Masse ist die elektromotorische Kraft der Zink-Kupferketten ungefähr gleich 1,1 Volt, die der Zink-Kohleketten gleich 1,8 Volt. — Durch die beiden Masseinheiten des Widerstandes und der elektromotorischen Kraft ist die Masseinheit der Stromstärke festgelegt; es ist derjenige Strom, der in einem Kreise von 1 Ohm durch eine Kraft von 1 Volt erzeugt wird. Man nennt diese Masseinheit „Ampère". — Die Ströme, mit denen wir es hier zu thun gehabt haben, waren nur geringe Bruchteile eines Ampère. Der Strom z. B., der durch ein Meidingerelement von 1000 Ohm erzeugt wurde und die Galvanometernadel um 20 Grad ablenkte, betrug nur ungefähr $1/_{1000}$ Ampère oder 1 Milliampère.

Kombination mehrerer Elemente.

§ 13. Um mehrere Elemente gemeinsam zu benutzen, schaltet man sie entweder nebeneinander oder hintereinander; im ersten Falle vereinigt man einerseits alle Kupferpole, andererseits alle Zinkpole; im anderen Falle verbindet man den Kupferpol des ersten mit dem Zinkpol des zweiten u. s. w. Die Wirkungsweise dieser Kombinationen werden wir am besten übersehen, wenn wir ihre elektromotorischen Kräfte und ihre inneren Widerstände bestimmen.

Wir senden durch den 1000 Ohm-Kreis ein Mal den Strom eines Elementes Nr. V, ein anderes Mal den Strom zweier, endlich den Strom dreier nebeneinandergeschalteter Elemente derselben Art. Die in allen drei Fällen gleiche Ablenkung von 20 Grad beweist, dass die elektromotorische Kraft des doppelten und des dreifachen Elements von der des einfachen nicht verschieden ist. Durch das Nebeneinanderschalten mehrerer Elemente wird die elektromotorische Kraft nicht geändert. Schalten wir dagegen die 2 bez. 3 Elemente hintereinander, so zeigen die Ablenkungen von 36 und 47 Grad eine Zunahme der elektromotorischen Kraft an. Wie wir früher gesehen haben, können wir diese starken Ablenkungen nicht zu Stromvergleichungen benutzen. Wir führen daher durch eine passende Verzweigung die durch ein Element hervorgebrachte Ablenkung auf 5 Grad zurück; dann liefern die 2 bez. 3 hintereinandergeschalteten Elemente Ablenkungen von 10 bez. 15 Grad. Schaltet man mehrere Elemente hintereinander, so ist die elektromotorische Kraft der Kombination direkt proportional mit der Zahl der Elemente.

Dass der innere Widerstand beim Nebeneinanderschalten der Zahl der Elemente entsprechend verringert, beim Hintereinanderschalten in gleicher Weise vergrössert wird, leuchtet nach den früheren Untersuchungen eigentlich von selbst ein; denn im ersten Falle wird der Querschnitt, im andern Falle die Länge der zu durchlaufenden Flüssigkeitsschicht vergrössert. Durch Versuche kommt man zu demselben Resultate, wenn man die inneren Widerstände der Kombinationen nach § 11 bestimmt. Bei einem Plattenabstand von 5 cm hat das Element Nr. V einen Widerstand von 12 Ohm; zwei bez. drei hintereinandergeschaltete Elemente haben 24 bez. 36 Ohm, dagegen zwei bezw. drei nebeneinandergeschaltete Elemente 6 bez. 3 Ohm inneren Widerstand.

Beim Nebeneinanderschalten wird der innere Widerstand entsprechend der Zahl der Elemente verringert.

Beim Hintereinanderschalten wird der innere Widerstand entsprechend der Zahl der Elemente vergrössert.

Das Resultat dieser Untersuchungen lässt sich daher in den beiden Formeln $i = \frac{e}{\frac{w}{n} + 1}$ und $i = \frac{ne}{nw + 1}$ zusammenfassen. Aus diesen Formeln ergiebt sich dann leicht, dass bei kleinen äusseren Widerständen die Parallelschaltung, bei grossen äusseren Widerständen die Serienschaltung vorteilhaft ist.

Stromverzweigung.

§ 14. Man verbindet (Fig. VI A) die Klemmen a und b des Verzweigungsbretts Nr. XII mit den Galvanometerdrähten, a und g mit den Polen eines in der Mitte des Bretts stehenden Daniellelements, dessen Widerstand man durch einen passenden Zusatz auf 40 Ohm erhöht. Der Galvanometerausschlag beträgt dann 30 Grad und ändert sich auch nicht merklich, wenn man g längs des Nickelindrahtes verschiebt; die durch diese Verschiebung erfolgende Widerstandsänderung ist verschwindend gegen die 40 Ohm des Elementes und daher ohne Einfluss auf die Stromstärke. Stellt man nun aber g bei e, also in der Mitte des ausgespannten Drahtes fest und verbindet c mit a durch das zu diesem Zwecke über c herausragende Drahtende, so geht die Ablenkung auf 16 Grad d. h. fast auf die Hälfte zurück. Nach § 11 wachsen die Ablenkungen in etwas geringerem Masse als die Stromstärken, also werden wir wohl annehmen dürfen, dass die neue Stromstärke die Hälfte der ursprünglichen ist. Und da acg mit abg in jeder Beziehung gleichwertig ist, so ist kein Grund vorhanden, weshalb die Stromstärke in acg eine andere als in abg sein sollte. In den beiden Drähten abg und acg, welche a und g durch gleiche Widerstände verbinden, verzweigt sich also der Strom in zwei gleiche Teile, deren jeder die Hälfte des ursprünglichen ist. — Verschiebt man nun g nach d und später nach f, so erhält man Ausschläge von 23,5, bezüglich 8 Grad. Die beiden Zweige, die in dem einen Falle Längen von 30 und 90 cm, im andern Falle von 90 und 30 cm haben, sind in den beiden Fällen einfach gegeneinander vertauscht. Es ist also sicher, dass der im ersten Falle durch acg gehende Strom dieselbe Stärke hat wie der im andern Falle durch abg gehende. Wenn also der Strom durch zwei Zweigdrähte von 30 und 90 cm geleitet wird, so teilt er sich in zwei Teile, welche an dem Galvanometer Ablenkungen von 23,5 bezüglich 8 Grad hervorbringen. Mit Berücksichtigung der ungenauen Proportionalität zwischen Stromstärke und Ablenkung kann man hieraus schliessen, dass die Zweigströme sich zu einander wie 3 zu 1 verhalten, und dass ihre Summe gleich dem ursprünglichen Strome ist, der die Magnetnadel um 30 Grad ablenkte. Verschiebt man nun g nach den Punkten 20 bezüglich 100, sodann nach 50 bez. 70 u. s. w., so erhält man die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Resultate:

Länge der Zweige.	60 u. 60	40 u. 80	30 u. 90	24 u. 96	20 u. 100	10 u. 110	50 u. 70	cm
Ablenkungen d. Zweigströme.	16° u. 16°	21° u. 11°	23,5 u. 8°	25° u. 6,5°	26° u. 5,5°	27,5° u. 3°	18,5° u. 13,5°	Grad.
Summe der Ablenkungen.	32°	32°	31,5°	31,5°	31,5°	30,5°	32°	Grad.

Die Summe der Ablenkungen wechselt nur in den Grenzen von 30,5 Grad bis 32 Grad, ist also nicht wesentlich verschieden von der durch den unverzweigten Strom erzeugten Ablenkung. Die Tabelle zeigt ferner, dass durch den kürzeren Zweig stets der grössere Teil des Stromes geht, und dass die durch die Zweigströme erzeugten Ablenkungen sich nahezu umgekehrt wie die Längen der Zweige verhalten. In Bezug auf die Stärke dieser Zweigströme können wir daher mit grosser Wahrscheinlichkeit das Gesetz aussprechen, das durch genauere Beobachtungen als richtig erwiesen ist: Die Zweigströme, deren Summe gleich dem unverzweigten Strome ist, verhalten sich zu einander umgekehrt wie die Zweigwiderstände.

Hiernach verstehen die Schüler leicht die schon früher bei dem Galvanometer benutzte Verzweigung. Der grösste Teil des Stromes geht durch den kurzen Verzweigungsdraht, durch das Galvanometer nur ein geringer, aber ganz bestimmter Bruchteil des Hauptstroms. Sendet man Ströme von wechselnder Stärke durch die Verzweigung, so verhalten sich die durch das Galvanometer gehenden Zweigströme zueinander wie die entsprechenden Hauptströme, und man darf deshalb die Ablenkungen des Galvanometers zur Messung des Hauptstromes benutzen.

Brückenverzweigung.

§ 15. Ein Strom trete (Fig. VII) bei a in eine Verzweigung ein, die sich bei b wieder vereinigt. Denkt man sich nun die Mitte c des einen Zweiges mit einem Punkte d des andern Zweiges durch einen Draht, eine sogenannte Brücke, verbunden, so wird der Strom in d_1c vermutlich von d_1 nach c, in d_2c dagegen vermutlich von c nach d_2 gehen. Wird daher dc aus der Lage d_1c allmählich in die Lage d_2c übergeführt, so muss der Strom inzwischen kentern d. h. seine Richtung wechseln und dabei verschwinden. Wann tritt dieses ein? Wahrscheinlich, wenn auch der zweite Draht durch d gerade halbiert wird. Um diese Vermutung zu prüfen, bringen wir (Fig. VI B) noch zwei bewegliche Klemmen h und i von derselben Art wie g auf dem Nickelindrahte der Vorrichtung Nr. XII an, verbinden h und i mit den aus a und b gelösten Galvanometerzuleitungen, die Klemmen a und g ohne Zusatzwiderstand mit den Polen des Elementes. Die Ablenkung des Galvanometers verschwindet, wenn man g, h und i bei e, d und f feststellt. Aber auch, wenn h und i nach 40 bezw. 80, nach 50 bezw. 70, nach 20 bezw. 110 verschoben werden, kurz, wenn h und i gleich weit von a entfernt sind, verschwindet der Strom. — Wir bringen den Brückenstrom noch einmal zum Verschwinden, indem wir g, h und i bei e, d und f feststellen. Verschieben wir nun g nach 50, so erfolgt ein kräftiger Ausschlag, obgleich h und i, ebenso wie früher, gleich weit von a entfernt sind. Die Gleichheit dieser Entfernungen ist also nicht die wesentliche Bedingung für das Verschwinden des Stromes. — Der Strom verschwindet aber wieder, wenn man h und i nach 25 bezw. 85 verschiebt, wenn also die beiden Zweige von 50 bezw. 70 cm Länge durch die Brücke halbiert werden. — Der Brückenstrom verschwindet ebenfalls, wenn h und i nach 30 und 78, nach 20 und 92, nach 15 und 99, nach 10 und 106 verschoben werden. Die beiden ganzen Zweige sind in allen diesen Fällen 50 und 70 cm lang, die Zweigabschnitte

im ersten Falle 30, 20; 42, 28;
im zweiten Falle 20, 30; 28, 42;

im dritten Falle 15, 35; 21, 49;
im vierten Falle 10, 40; 14, 56 cm lang.

Je vier zusammengehörige Zahlen bilden hierbei immer eine richtige Proportion. — Da wir dasselbe Resultat erhalten, wenn wir g an einem andern Punkte festklemmen, so haben wir das Gesetz gefunden: Der Brückenstrom verschwindet, wenn die beiden Zweige durch die Brücke nach demselben Verhältnis geteilt sind.

Man kann das Verschwinden der Ablenkung mit viel grösserer Sicherheit als einen bestimmten Ausschlag beobachten, und man benutzt daher dieses Gesetz zu genaueren Widerstandsmessungen. Wir verbinden (Fig. VI B) die Klemmen b und c von Nr. XII mit dem Galvanometer, entfernen die Klemmen h und i, lösen die Nickelindrahtverbindungen ab und ac und schalten statt dessen zwischen a und b den zu messenden Widerstand x, zwischen a und c einen Widerstandssatz w. Stellen wir nun g bei e fest und bringen den Brückenstrom durch passende Veränderung des Widerstandssatzes ac zum Verschwinden, so haben wir das Bild einer Wheatstoneschen Brücke. Da bdg = cfg ist, so ist auch ab = ac. — Lassen wir dagegen ac unverändert und vernichten den Brückenstrom durch Verschiebung von g, so finden wir den gesuchten Widerstand nach der Kirchhoffschen Methode durch eine einfache Proportion.

Zusammenhang zwischen Elektricität und Galvanismus.

§ 16. Im Jahrgang 1890 der „Praktischen Physik" Seite 245 habe ich gezeigt, wie man das Joulesche Gesetz, ähnlich wie hier das Ohmsche, induktiv ableiten kann. Auch die Grunderscheinungen der Thermoelektricität und der Induktion lassen sich induktiv behandeln. Die übrigen Abschnitte des Galvanismus, die ja hauptsächlich in Anwendungen des Elektromagnetismus und der Induktion bestehen, wird man dagegen wohl am besten demonstrierend und deduzierend vorführen. — Wenn dann später die Lehre von der Reibungselektricität durchgenommen ist, so wird man zum Schluss den innigen Zusammenhang dieser beiden scheinbar so verschiedenen Phänomene hervorheben. Man zeigt, dass die Entladung einer Flasche, ähnlich wie der Strom, eine Stahlnadel magnetisiert, die Nadel eines empfindlichen Galvanometers ablenkt, Wärme in dem Leitungsdrahte erzeugt, chemische Zersetzungen bewirkt und in einem benachbarten Drahte sekundäre Entladungen induziert. — Umgekehrt erinnert man an die kleinen Öffnungsfunken des Stromes, besonders aber an die Induktionsströme, die sich durch ihre kräftigen magnetischen und chemischen Wirkungen zweifellos als galvanische ausweisen, in ihren langen Funken, in den Lichterscheinungen der Geisslerschen Röhren und in ihren physiologischen Wirkungen dagegen durchaus gleichartig mit den Erscheinungen der statischen Elektricität sind. — Aber gerade die Grunderscheinungen der Reibungselektricität, die Anziehungen und Abstossungen, die man doch hauptsächlich zum Nachweise geringer Elektricitätsmengen benutzt, sind bei den galvanischen Strömen im allgemeinen unmerklich, denn die gegenseitigen Einwirkungen zweier Ströme aufeinander sind doch von ganz anderer Art als die gewöhnlichen elektrischen Anziehungen und Abstossungen: während ein Strom stets nur auf einen andern wirkt, zieht ein elektrischer Körper auch unelektrische an; während parallele und gleichgerichtete Ströme einander anziehen, stossen sich gleichartige Elektricitäten ab. — Dass aber auch die Pole eines galvanischen Elementes auf ein Elektroskop wirken, weist man nun nach einer der bekannten Methoden mit Hilfe eines Kondensators oder eines Quadrantenelektrometers nach. Dann erst erscheint der galvanische Strom wirklich als ein elektrischer. Die in dem Elemente wirksamen chemischen Kräfte laden das Kupfer oder die Kohle mit positiver, das Zink mit negativer Elektricität und ersetzen diese Elektricitäten sofort, wenn sie durch den Schliessungsdraht einander entgegeneilend sich gegenseitig vernichten. Der Unterschied der beiden Erscheinungsgruppen ist also kein qualitativer, sondern kann nur ein quantitativer sein.

Wenn man einen schnell bewegten Körper durch den Entladungsfunken einer Leidner Flasche beleuchtet, so erscheinen seine Umrisse nicht verschwommen, sondern scharf begrenzt.

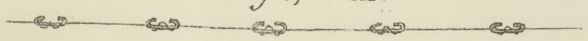
Die Dauer des Funkens ist also eine sehr kurze, genauere Messungen haben ergeben, dass zur Entladung weniger als $\frac{1}{1000000}$ Sekunde nötig ist. Beim Laden einer Leidner Flasche pressen wir also allmählich eine grosse Menge Elektrizität in einem kleinen Raum zusammen und entladen sie dann in einem Augenblicke; der Entladungsschlag übt daher sehr augenfällige Wirkungen, aber von kurzer Dauer aus. In einem galvanischen Elemente hat die Elektricität eine sehr vielmal geringere Dichtigkeit, so dass sie sich nur mit besonders empfindlichen Hilfsmitteln nachweisen lässt. Der Strom aber, der durch diese geringe elektrische Differenz erzeugt wird, ist dauernd und hat eine gewaltige Geschwindigkeit; Wheatstone und andere Physiker haben nachgewiesen, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektricität mindestens einige tausend Meilen in der Sekunde beträgt. Wenn sich also in jedem Augenblicke an einer bestimmten Stelle des Stromkreises auch nur eine sehr geringe Menge Elektricität befindet, so werden trotzdem in jeder Sekunde gewaltige Mengen durch jeden Querschnitt des Leiters getrieben.

Das Laden eines Konduktors oder einer Flasche können wir mit dem allmählichen Anstauen eines kleinen Rinnsals in einer tiefen Schlucht vergleichen; die gegenseitige Abstossung der Elektricitätsteilchen, die Spannung der ruhenden Elektricität ist dem Boden- und Seitendruck der langsam steigenden Wassersäule vergleichbar, die Zerstreuung und Ausstrahlung der Elektricität entspricht dem langsamen Durchsickern durch undichte Stellen, die Entladung einem plötzlichen Bersten der Schluchtenwände; die in einem Augenblicke befreite Wassermenge wird ähnlich wie der Entladungsschlag wohl eine plötzliche Zerstörung, aber keine dauernde Arbeit verrichten. — Der galvanische Strom hingegen ist vergleichbar einem mächtigen Flusse, der dem flüchtigen oder fernen Beobachter wohl das Bild einer horizontalen ruhenden Fläche darbietet, in Wirklichkeit aber viele tausend Kubikmeter Wasser in jeder Sekunde stromabwärts bewegt, Flösse und Schiffe auf seiner sanft geneigten Fläche ihrem Ziele entgegenführt, Mühlen treibt, kurz Arbeit leistet ohne Unterlass. Die weitere Durchführung des obigen Vergleichs ist nicht gut möglich, weil die Elektricitätserzeugung im allgemeinen durch menschliche Kunst geregelt ist und in eng begrenzten Vorrichtungen, Elektrisiermaschinen und Elementen, stattfindet, während der natürliche Kreislauf des Wassers durch Verdunstung an der unendlichen Meeresfläche und durch Kondensation in der unbegrenzten Atmosphäre über weit ausgedehnten Landflächen in ewiger Bewegung erhalten wird; es fehlt dann besonders an einem Vergleichspunkte für die verschiedenen Anordnungen mehrerer Elemente. Vergleichen wir daher die Elektricitätserzeuger lieber mit künstlichen Hebemaschinen, die das Wasser aus einem Bassin in ein anderes herüber treiben, wobei diese Bassins den beiden an jedem Elektricitätserzeuger vorhandenen Polen entsprechen. Die Elektrisiermaschine ist dann als eine Druckpumpe von geringem Stiefelquerschnitt anzusehen, die mehr oder weniger langsam je nach dem Querschnitt des höheren Bassins das Wasser bis zu einer bedeutenden Höhe treibt, soweit es die Höhe und Stärke der Bassinwände gestattet; wird diese Höhe überschritten, so läuft das Wasser über, oder es bahnt sich durch Zerstörung der Wände gewaltsam seinen Weg. Auch wenn man zwischen den Bassins einen Verbindungskanal gräbt, wird die letzte trennende Erdschicht von den hoch angestauten Wassermassen mit Gewalt beseitigt werden, und die Niveaus der beiden Bassins werden sich bei dem hohen Drucke und der verhältnismässig geringen Wassermenge in kurzer Zeit ausgleichen, der Strom hat eine plötzliche, überraschende, aber nur kurze Zeit dauernde Wirkung. — Das Element dagegen ist einer Wasserschraube vergleichbar, welche grosse Massen vorwärts bewegt, ohne sie aber besonders hoch anstauen zu können, bei einer gewissen Maximaldifferenz der Niveaus wird der Rückstau so gross, dass er von der Schraube nicht mehr überwunden werden kann. Werden nun die Bassins durch einen Kanal verbunden, so wird es der mächtig fördernden Kraft der Wasserschraube leicht, die durch den Kanal abfliessende Wassermenge wieder zu ersetzen und das Niveau wenigstens nahezu auf der früheren, wenn auch geringen Höhe zu erhalten. Das wird nun freilich um

so weniger ganz gelingen, je schneller das Wasser durch den Kanal abfliessen kann, je weiter dieser Kanal, je geringer sein Widerstand ist. Der Ersatz wird besser erfolgen, wenn man mehrere Schrauben zugleich nebeneinander zur Hebung des Wassers benutzt. Dagegen werden diese Schrauben bei geschlossenem Kanale trotz ihrer Vereinigung keine grössere Niveaudifferenz als eine einzelne hervorbringen; und sie werden auch dann nicht mehr leisten, als die eine, wenn der Abfluss so gering ist, dass eine allein ihn schon bequem ergänzt, wenn also der äussere Widerstand sehr gross ist. Dann wird es vorteilhaft sein, die Schrauben hintereinander zu schalten, so dass die folgende das von der vorhergehenden gehobene Wasser auf ein noch höheres Niveau bringt. Sie fördern dann freilich in ihrer Gesamtheit nicht mehr als eine einzelne, bewirken aber durch die stärkere Niveaudifferenz in dem Kanale eine schnellere Strömung.

so weniger ganz gelingen, je schneller das Wasser durch den Kanal abfliessen kann, je weiter dieser Kanal, je geringer sein Widerstand ist. Der Ersatz wird besser erfolgen, wenn man mehrere Schrauben zugleich nebeneinander zur Hebung des Wassers benutzt. Dagegen werden diese Schrauben bei geschlossenem Kanale trotz ihrer Vereinigung keine grössere Niveaudifferenz als eine einzelne hervorbringen, und sie werden auch dann nicht mehr leisten als die eine, wenn der Abfluss so gering ist, dass eine allein ihn schon bequem ergänzt, wenn also der äussere Widerstand sehr gross ist. Dann wird es vortheilhaft sein, die Schrauben hintereinander zu schalten, so dass die folgende das von der vorhergehenden gehobene Wasser auf ein noch höheres Niveau bringt. Sie fördern dann freilich in ihrer Gesammtheit nicht mehr als eine einzelne, bewirken aber durch die stärkere Niveaudifferenz in dem Kanale eine schnellere Strömung.

Fig. V, No. XI.



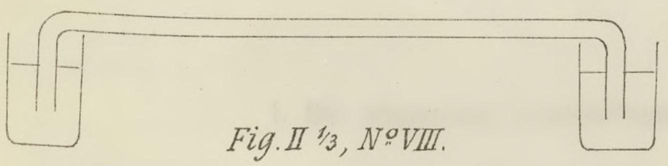


Fig. II 1/3, No. VIII.

Fig. IV, No. X.

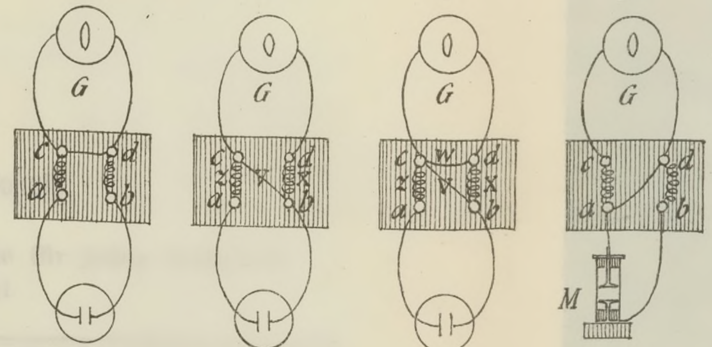


Fig. VII.

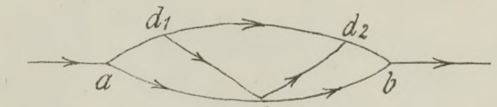
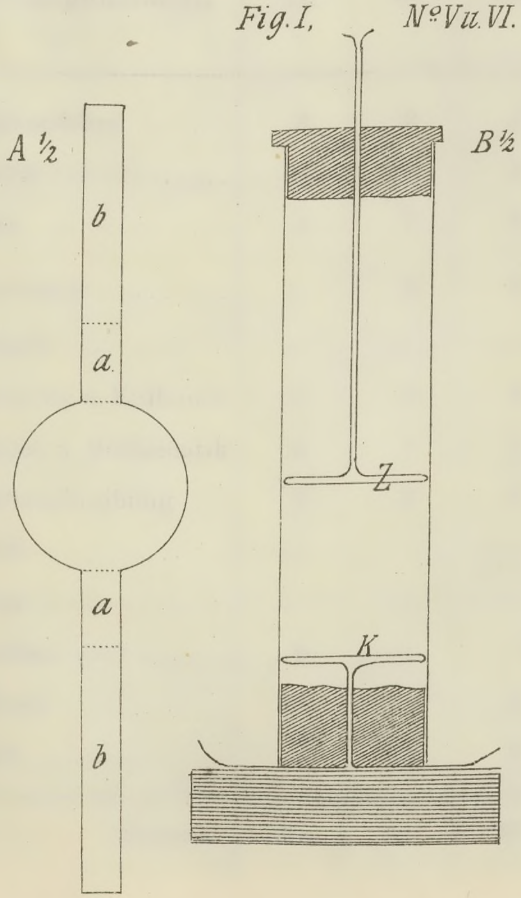


Fig. I, No. V u. VI.



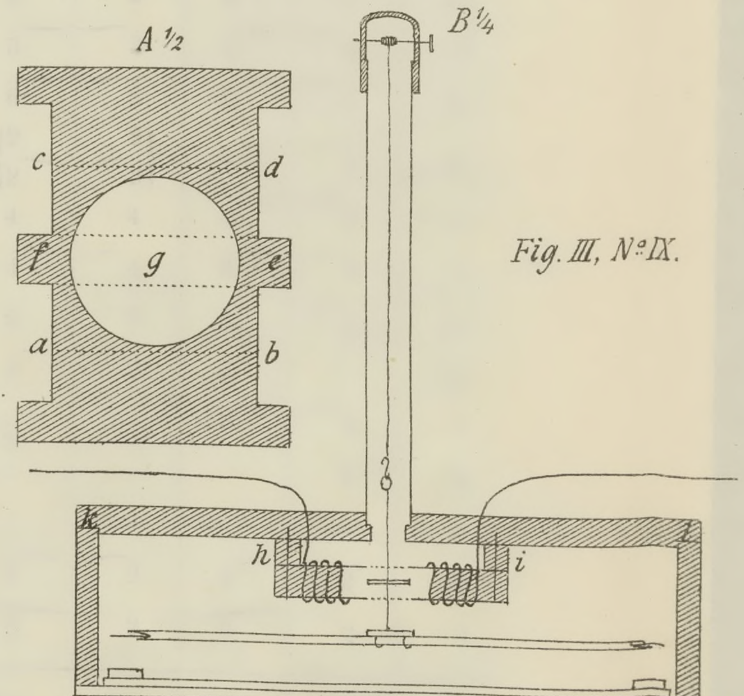
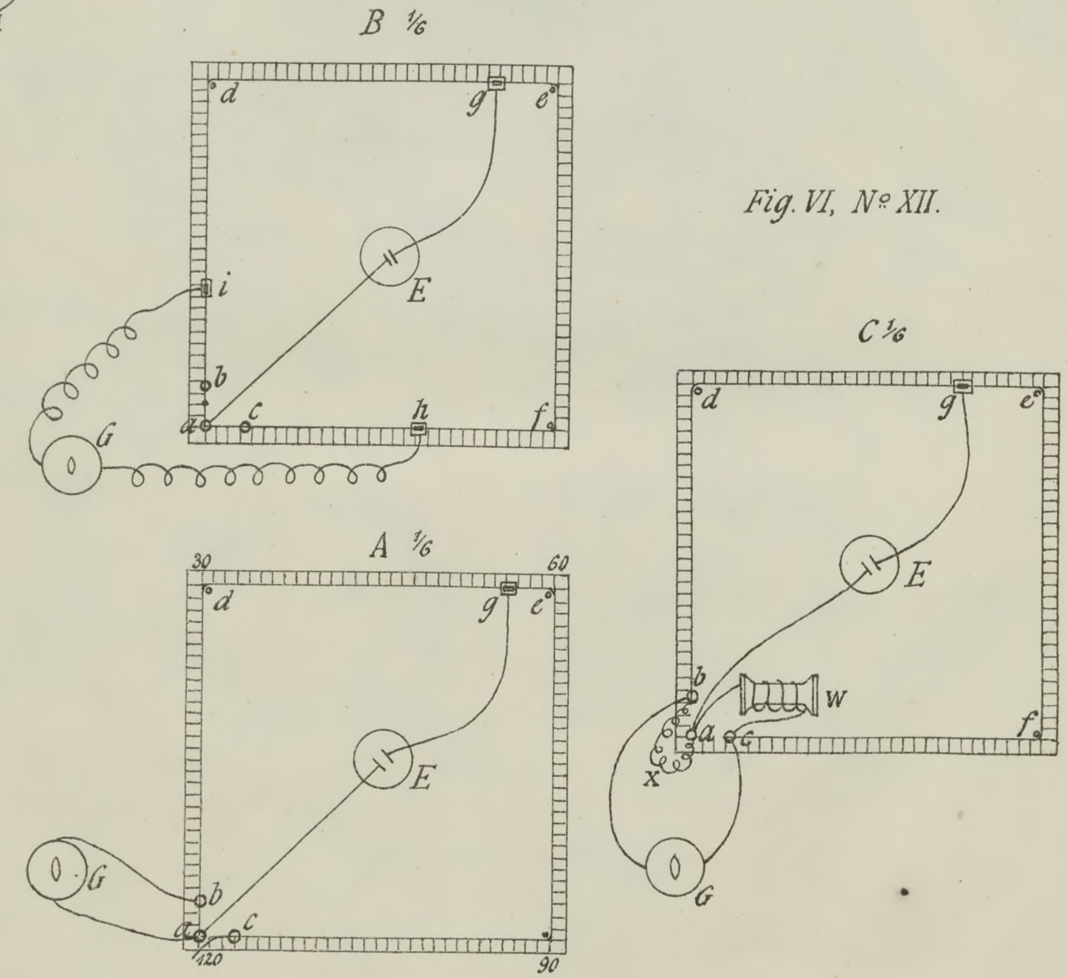


Fig. III, No. IX.

Fig. VI, No. XII.



Schulnachrichten.

I. Die allgemeine Lehrverfassung der Schule.

1. Übersicht über die einzelnen Lehrgegenstände und die für jeden derselben bestimmte wöchentliche Stundenzahl.

Lehrgegenstände.	VI.	V.	IV.	IIIB.	IIIA.	IIB.	IIA.	Summa.
Religionslehre	3	2	2	2	2	2	2	11
Deutsch	3	3	3	3	3	3	3	15
Latein	8	7	7	6	6	5	5	33
Französisch	—	5	5	2 / 2	2 / 2	4	4	20
Englisch	—	—	—	4	4	3	3	11
Geschichte u. Erdkunde	3	3	4	4	4	3	3	17
Rechnen u. Mathematik	5	4	5	5	5	5	5	34
Naturbeschreibung ...	2	2	2	2	2	2	—	10
Physik	—	—	—	—	—	3	3	3
Chemie	—	—	—	—	—	—	2	2
Schreiben	2	2	—	—	—	—	—	4
Zeichnen	2	2	2	2	2	2	2	10
Singen	2	2	2	2	2	2	2	4
Summa	30	32	32	34	34	34	34	174

2. Verteilung der Stunden.

Lehrer.	Ord. von	VI.	V.	IV.	III.	II.	Summa.
1. **Krösing**, Rektor.	II.		7 Latein		2 Religion	5 Latein 3 Deutsch	17
2. **Meissner**, Oberlehrer.	III.				6 Latein IIIA 5 Math.	3 Physik IIB 5 Math.	19
3. **Saltzmann**, 1. ord. Lehrer.					3 Deutsch IIIA 4 Engl. IIIB 4 Engl. 2 Franz. L. IIIA 2 Frz. G. IIIB 2 Frz. G.	4 Franz. 3 Engl.	24
4. **Schulz**, 2. ord. Lehrer.	IV.			5 Franz. 5 Math.	IIIB 5 Math.	IIA 2 Chemie IIA 5 Math.	22
5. **Umlauff**, 3. ord. Lehrer.				3 Deutsch 7 Latein 4 Gesch. u Erdkunde	4 Gesch. u. Erdkunde	3 Gesch. u. Erdkunde	21
6. **Kawolewsky**, etatsmässiger wissenschaftl. Hilfslehrer.	VI.	3 Religion 3 Deutsch 3 Gesch. u. Erdkunde 8 Latein	5 Franz.			2 Religion	24
7. **Dumont du Voitel**, techn. Lehrer.		5 Rechnen 2 Schreiben 2 Zeichnen 2 Singen (VI. u. V.)	3 Zeichnen 2 Schreiben	2 Zeichnen 2 Singen (IV.–II.)	2 Zeichnen	2 Zeichnen	24
8. **Bosse**, Elementar- und Turnlehrer.	V.	2 Naturb.	2 Religion 3 Deutsch 3 Rechnen 3 Gesch. u. Erdkunde 2 Naturb.	2 Religion 2 Naturb.	2 Naturb.	UII 2 Naturbeschreib.	23

3. Übersicht über die während des abgelaufenen Schuljahres durchgenommenen Lehraufgaben.

Sekunda.

Ordinarius: Der Rektor.

1. Religionslehre. 2. St. Kawolewsky. Apostelgeschichte, bes. Pauli Reisen. Einleitung zu den einzelnen Büchern des Neuen Testamentes. Hiob, I. Korinther-, Galater-, Jakobibrief gelesen und erklärt. Wiederholung des Katechismus. Zusammengehörigkeit der fünf Hauptstücke. Einheit des Katechismus als Summe der Glaubens- und Sittenlehre. Kirchenlieder und Sprüche wiederholt.

2. Deutsch. 3 St. Der Rektor. Schillers Gedichte (Auswahl), Götz von Berlichingen, Wilhelm Tell, Hermann und Dorothea, priv. Odyssee, Nibelungen, Gudrun. 7 Gedichte gelernt. Dispositionsübungen.

Themata der Aufsätze: 1. Erster Aufzug des Wilhelm Tell. Inhaltsangabe. 2. Wodurch wird unsere Teilnahme für die Freiheitsbestrebungen der Schweizer geweckt? 3. „Religion des Kreuzes, nur du verknüpfest in einem Kranze der Demut und Kraft doppelte Palme zugleich.“ Die Wahrheit des Spruches nachzuweisen an Schillers „Kampf mit dem Drachen“. (Klassenarbeit.) 4. Die Glocke als Begleiterin des Menschen nach Schillers „Lied von der Glocke“. (Klassenarbeit.) 5. Das Kyklopenland und seine Bewohner nach Homer (Odyssee IX). 6. Der Pfarrer in Goethes „Hermann und Dorothea“. 7. Entdecken und Erfinden. 8. „Von der Stirne heiss rinnen muss der Schweiss, soll das Werk den Meister loben, doch der Segen kommt von oben.“ 9. Fällt Siegfried unschuldig? 10. Gedankengang in Schillers Siegesfest. (Klassenarbeit.)

3. Latein. 5 St. Der Rektor. Lektüre 3 St.: Cicero, or. Catil. I, IV. Caesar, de bello Gallico VII. Ovid, Metam. I, 1—5 Prooimion. I 89—163. Die vier Zeitalter. I, 253—416 Die grosse Flut. Deukalion u. Pyrrha. VI, 313—382 Die lykischen Bauern. VIII, 183—236 Daidalos u. Ikaros. X, 106—143 Kyparissos. Grammatik 2 St.: Modus- und Tempusgebrauch in Haupt- und Nebensätzen. Infin.-, Particip.-, Gerund.-, Supin-Konstruktionen. Oratio obliqua. Abschliessende Wiederholung der Formenlehre und Syntax. Haus- und Klassenarbeiten abwechselnd wöchentlich. In jedem Vierteljahre drei Übersetzungen aus dem Lateinischen ins Deutsche.

4. Französisch. 4 St. Saltzmann. Lektüre 2 St.: Ségur, histoire de Napoléon et de la grande armée en 1812. Racine, Athalie. Sprechübungen. Grammatik 2 St.: Ploetz, Grammatik, Lektion 45—70. Haus- und Klassenarbeiten abwechselnd wöchentlich. In jedem Vierteljahre ein Aufsatz.

5. Englisch. 3 St. Saltzmann. Lektüre 2 St.: Hume, William the Conqueror and Queen Elizabeth. W. Scott, the lady of the lake. Sprechübungen. Grammatik 1 St.: Deutschbein, Lektion 68—82. Haus- und Klassenarbeiten abwechselnd wöchentlich. In jedem Vierteljahre ein Aufsatz.

6. Geschichte. 2 St. Umlauff. Griechische Geschichte bis 301. Römische Geschichte bis 476. Wiederholung der Geschichte des Mittelalters und der Neuzeit.

7. Erdkunde. 1 St. Umlauff. Seydlitz B. Die aussereuropäischen Erdteile.

8. Mathematik. 5 St. IIB. Meissner. Geometrie 3 St.: Von den Transversalen des Dreiecks und dem Neunpunktekreise. Von der Ähnlichkeit, der Potenz und dem rechtwinkligen Schneiden der Kreise. Pol und Polare. Apollonische Aufgaben. Anwendung der Algebra auf die Planimetrie. Arithmetik 2 St.: Wurzeln, Potenzen mit allgemeinen Exponenten. Logarithmen. Gleichungen zweiten Grades. Schwierigere quadratische und eingekleidete Gleichungen. Mehler § 120—122 und § 162—181.

IIA. Schulz. Geometrie 3 St.: Trigonometrie. Stereometrie. Mehler § 193—233. Wiederholungen aus der Planimetrie. Arithmetik 2 St.: Reihen-, Zinseszins- und Rentenrechnung. Gleichungen des zweiten Grades mit 2 Unbekannten und eingekleidete Gleichungen. Alle 14 Tage eine schriftliche Arbeit.

9. Physik. 3 St. Meissner. Nach Jochmann, Grundriss der Experimental-Physik, Elektricität, Magnetismus, Galvanismus. Mathematische Erdkunde.

10. Chemie IIA. 2 St. Schulz. Einführung in das Verständnis der chemischen Prozesse und Formeln. Oxyde, Sulfide, Chloride, Jodide. Die wichtigsten Säuren und ihre Salze.

11. Naturbeschreibung. 2 St. IIB. Bosse. Im Sommer Botanik. Die Akotyledonen und ihre Fortpflanzung. Gewebelehre. Lebenslehre der Pflanzen. Einiges aus der Pflanzengeographie. Wiederholungen. Im Winter Anthropologie. Wiederholungen aus Zoologie und Mineralogie.

12. Zeichnen. 2 St. Dumont du Voitel. Landschaften. Blumen. Ornamente verschiedener Stilarten. Tiere und Köpfe nach Handzeichnungen berühmter Meister. Perspektive und Projektion.

Aufgaben für die Reifeprüfung:

Herbst 1891: I. Welche Mittel wendet Schiller an, um Wilhelm Tell nicht als Meuchelmörder erscheinen zu lassen? II. 1. Ein Dreieck zu zeichnen aus der Grundlinie c, der Höhe h und dem Verhältnis der beiden Seiten $a:b = m:n$ — 2. Zur trigonometrischen Berechnung eines Dreiecks sind die beiden Höhen $h_a = 87{,}5$, $h_b = 59{,}3$ und $\sphericalangle \gamma = 54^0\ 38'\ 20''$ gegeben. — 3. In einer geometrischen Reihe von 7 Gliedern ist die Summe des ersten und letzten Gliedes 93756 und das Quadrat des mittleren Gliedes 562500. Wie heisst die Reihe? — 4. Es soll x berechnet werden aus der Gleichung $\sqrt{3x+1} + \sqrt{9x+4} = \sqrt{21x+16}$.

Ostern 1892: I. Der Kaufmann, ein Förderer der Kultur. — II. 1. Es sind 3 Punkte P_1, P_2 und P_3 gegeben. Durch P_1 und P_2 soll ein Kreis so hindurchgelegt werden, dass die von P_3 an ihn gelegte Tangente die Länge a habe. — 2. Ein Dreieck aus der Seitensumme $a+b+c = 500$ und den Winkeln $\alpha = 15^0\ 22'\ 37''$ und $\beta = 134^0\ 45'\ 37''$ trigonometrisch zu berechnen. — 3. x und y sind zu berechnen aus den Gleichungen

$$x^3+y^3 = a = 370,$$
$$xy(x+y) = b = 210.$$

4. Ein StückTuch zieht sich bei der Benetzung mit Wasser in der Länge um den 8ten Teil, in der Breite um den 16ten Teil zusammen und wird dadurch dem Inhalte nach um $5^3/_4$ Quadrateinheiten, dem Umfange nach um $4^1/_4$ Längeneinheiten kleiner. Wie gross war es?

Tertia.

Ordinarius: Obl. Meissner.

1. Religionslehre. 2 St. Der Rektor. Das Leben Jesu nach den vier Evangelien mit Zugrundelegung des Matthäus, vorzüglich die Bergpredigt und die Gleichnisse. Abriss der Reformationsgeschichte. Einrichtung des evangelischen Gottesdienstes. Erklärt IV. und V. Hauptstück. Wiederholt II. und III. Hauptstück. Gelernt 6 Kirchenlieder, Sprüche, 2 Psalmen, I. Corinther C. 13.

2. Deutsch. 3 St. Saltzmann. Lesen, Erklären, Disponieren und Wiedererzählen nach Hopf und Paulsiek III. Gudrun und Ilias in Übersetzungen. Abschliessende Wiederholung der Formenlehre und Syntax. Starke und schwache Bildung. Brechung, Ablaut, Umlaut. Besonders Modus- und Tempuslehre. Indirekte Rede. Das Wichtigste aus der Wortbildungslehre. Vers. Reim. Alle drei Wochen ein Aufsatz. Gelernt 9 Gedichte.

3. Latein. 6 St. Meissner. Lektüre 3 St.: Caesar, de bello Gallico II u. VI. Grammatik 3 St.: Die Kasuslehre. Gebrauch der Tempora und der Modi in Konjunktional-, Relativ- und indirekten Fragesätzen. Consecutio temporum. Hauptregeln der oratio obliqua im Anschluss an die Lektüre. Wiederholung der Formenlehre. Haus- und Klassenarbeiten abwechselnd wöchentlich.

4. Französisch. 4 St. Saltzmann. Lektüre 2 St.: Ploetz, lectures choisies. Sprechübungen. Grammatik. IIIB. 2 St.: Ploetz-Kares, Lektion 1—31. IIIA. 2 St.: Ploetz, Schulgrammatik, Lektion 28—45. Wiederholung der unregelmässigen Verben. Abwechselnd Haus- und Klassenarbeiten wöchentlich.

5. Englisch. 4 St. Saltzmann. IIIB. Deutschbein, Lektion 1—41. IIIA. Lektion 41—67. Haus- und Klassenarbeiten abwechselnd wöchentlich. Lektüre IIIA.: W. Scott, tales of a grandfather. Sprechübungen.

6. Geschichte. 2 St. Umlauff. Mittelalter und Neuzeit bis 1648, dabei das Wichtigste aus der Ordensgeschichte und die brandenburgisch-preussische Geschichte bis 1648.

7. Erdkunde. 2 St. Umlauff. Seydlitz B. Die Staaten von Europa ausser Mitteleuropa. Mathematische Erdkunde.

8. Mathematik. 5 St. IIIB. Schulz. Rechnen. 1 St.: Rabatt-, Brutto-, Gesellschafts- und Mischungsrechnung. Geometrie. 2 St.: Kreislehre. Gleichheit. Verwandlung und Teilung geradliniger Figuren (Mehler § 48—71). Arithmetik. 2 St.: Die vier Species in allgemeinen Zahlen. Zerfällen von Summen in Faktoren. Addition von Brüchen. Einfache Reduktionen und die Hauptsätze der Potenzrechnung.

IIIA. Meissner. Planimetrie 3 St.: Proportionalität der Strecken. Ähnlichkeit und Ausmessung der Figuren. Proportionen am Kreise. Von den regelmässigen Polygonen und der Ausmessung des Kreises (Mehler § 72—120). Harmonische Teilung. Arithmetik 2 St.: Allgemeine Reduktionen. Quadrat-, Kubikwurzel. Gleichungen des ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Alle 14 Tage eine schriftliche Arbeit.

9. Naturbeschreibung. 2 St. Bosse. Im Sommer Botanik. Durchnahme der Pflanzen nach dem System von Endlicher mit Ausnahme der Akotyledonen. Wiederholungen des Lehrstoffes der Quarta. Im Winter Mineralogie. Wiederholungen aus der Zoologie.

10. Zeichnen. 2 St. Dumont du Voitel. Ornamente, Pflanzenformen, Blumen, Landschaften, Geräte und Gefässe, Tier- und Fischfiguren in Kontur und schattiert. Mäander, Rand- und Eckverzierungen, Durchschiebungen und Flachornamente, gotisches Masswerk mit Lineal und Zirkel nach Vorzeichnung des Lehrers an der Wandtafel.

Quarta.

Ordinarius: Schulz.

1. Religionslehre. 2 St. Bosse. Evangelium nach Matthäus. Reihenfolge der biblischen Bücher. Gelesen und zum Teil auswendig gelernt die Bergpredigt, Psalm 1, 23, 90, 130. III. Hauptstück, das II. Hauptstück wiederholt. Sprüche. 6 Kirchenlieder.

2. Deutsch. 3 St. Umlauff. Lesen, Erklären und Wiedererzählen nach Hopf und Paulsiek IV. 8 Gedichte gelernt. Die grammatischen Lehraufgaben von VI u. V wiederholt. Arten der Nebensätze. Nebensätze verschiedenen Grades. Rektion der Verben mit besonderer Beachtung der Verben mit schwankender Rektion. Im Anschluss an das Lesebuch Abschluss der Interpunktionslehre. Diktate und leichte Aufsätze bes. erzählenden Inhaltes vierzehntägig.

3. Latein. 7 St. Umlauff. Gelesen in Wellers Herodot Nr. 1, 14, 15, 16. Grammatik. Hauptregeln der Kasuslehre nach Holzweissigs Grammatik. Übersetzungen aus Fromm, Übungsbuch I. Wiederholung der Formenlehre. Infinitiv- und Participialkonstruktionen. Wöchentlich Haus- und Klassenarbeiten abwechselnd.

4. Französisch. 5 St. Schulz. Plötz, franz. Elementarbuch Lektion 60—91. Sprechübungen. Haus- und Klassenarbeiten abwechselnd wöchentlich.

5. Geschichte. 2 St. Umlauff. Nach Dielitz griechische Geschichte bis zur Schlacht bei Ipsos 301, römische Geschichte bis Augustus.

6. Erdkunde. 2 St. Umlauff. Seydlitz B. Die aussereuropäischen Erdteile.

7. Mathematik. 5 St. Schulz. Rechnen 2 St. Abgekürzte Decimalbrüche. Zusammengesetzte Regeldetri. Zinsrechnung. Berechnung von Gewinn und Verlust in Prozenten. Geometrie 3 St.: Winkel, Dreiecke, Vierecke nach Mehler § 1—47 einschl.

8. Naturbeschreibung. 2 St. Bosse. Im Sommer Botanik. Durchnahme der Pflanzen nach dem Linnéschen System. Gestaltungslehre. Im Winter Zoologie. Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien.

9. Zeichnen. 2 St. Dumont du Voitel. Blatt- und Blütenformen. Rosetten und Spiralenkombinationen, Motive zu Pflanzenbildungen und zu vegetativer Ornamentation; stilisierte Blumen. Musterzeichnen mit Lineal und Zirkel.

Quinta.

Ordinarius: Bosse.

1. Religionslehre. 2 St. Bosse. Biblische Geschichten des Neuen Testaments nach Woike-Triebel. II. Hauptstück. 40 Sprüche, 6 Kirchenlieder, die 10 Gebote wiederholt.

2. Deutsch. 3 St. Bosse. Lesen, Besprechen und Wiedererzählen nach Hopf und Paulsiek V. 8 Gedichte gelernt. Grammatik im Anschluss an das Lesebuch. Wiederholung der Formenlehre, vor allem der Pronomina. Verba transitiva, intransitiva. Aktiv und Passiv. Starke und schwache Flexion. Satzverbindungen. Das Wichtigste vom Satzgefüge. Unterschied von Haupt- und Nebensätzen. Im Anschluss daran die Interpunktionslehre. Die Orthographie abschliessend. Wöchentlich schriftliche Arbeiten, nur Diktate, im Winterhalbjahre ohne Angabe der Interpunktion.

3. Latein. 7 St. Der Rektor. Holzweissig, lat. Grammatik und Übungsbuch V. Erweiterung und Wiederholung der Lehraufgaben von Sexta. Deponentia, unregelmässige Verba. Pronomina eingehend. Präpositionen. Kenntnis vom acc. c. inf. und abl. abs. Wöchentlich Haus- und Klassenarbeiten abwechselnd.

4. Französisch. 5 St. Kawolewsky. Ploetz, franz. Elementargrammatik, Lektion 1—61, avoir, être, die I. u. II. regelmässige Konjugation. Im Sommerhalbjahre wöchentlich eine schriftliche Hausarbeit, im Winterhalbjahre Haus- und Klassenarbeiten abwechselnd. Sprechübungen.

5. Geschichte. 1 St. Bosse. Deutsche Heldensage und Geschichte in biographischer Darstellung. Kurze Vorführung der germanischen Götterlehre. Siegfried und Kriemhild (Nibelungenlied). Gudrun. Arminius. Karl d. Grosse. Friedrich Barbarossa. Konradin. Kolumbus. Luther. Der grosse Kurfürst. Friedrich II. Friedrich Wilhelm III. und Luise. Wilhelm I. Lokalsagen von Ostpreussen. Die Helden des siebenjährigen Krieges und der Freiheitskriege.

6. Erdkunde. 2 St. Bosse. Seydlitz A. Europa, bes. Deutschland.

7. Rechnen. 3 St. Bosse. Erweiterung der gemeinen Bruchrechnung. Eingehendere Behandlung der Decimalbrüche (Multiplikation und Division neu) mit Ausschluss der periodischen und abgekürzten Decimalbrüche. Einfache Regeldetri und einfache Zinsrechnung. Hentschel Heft III. 1 St. Dumont du Voitel. Zeichnen geometrischer Figuren. Benutzung von Lineal, Zirkel, Bleistift und Reissfeder.

8. Naturbeschreibung. 2 St. Bosse. Im Sommer Botanik. Vergleichung von Phanerogamen und Hervorhebung der Familienmerkmale. Im Winter Zoologie. Vertreter sämtlicher Ordnungen der Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische.

9. Schreiben. 2 St. Dumont du Voitel. Henzes Schönschreibehefte für Schulen auf Doppel- und einfachen Linien, deutsche Schrift, Heft 7—9, lateinische Schrift, Heft 6 und 7.

10. Zeichnen. 2 St. Dumont du Voitel. Dreieck, Sechseck, Achteck mit verschiedenen Kombinations- und Schraffierübungen. Bandverschlingungen Regelmässige Bogen zur Blattform entwickelt. Rosetten im Schema des Sechs- und Achtecks. Bogenlinige Zierfiguren.

Sexta.

Ordinarius: Kawolewsky.

1. Religionslehre. 3 St. Kawolewsky. Biblische Geschichten des Alten Testaments nach Woike-Triebel. Aus Anlass der Feste die betr. neutestamentlichen Geschichten. Gelernt die 10 Gebote, 40 Sprüche und 8 Kirchenlieder.

2. Deutsch. 3 St. Kawolewsky. Lesen, Besprechen und Wiedererzählen der Lesestücke nach Hopf und Paulsiek VI. 9 Gedichte gelernt. Grammatik: Rektion der Präpositionen. Der nackte und einfach erweiterte Satz im Anschluss an das Lesebuch. Gründliche Einübung der Orthographie nach „Regeln und Wörterverzeichnis für die deutsche Rechtschreibung“. Wöchentlich eine schriftliche Arbeit, im Sommerhalbjahre Abschriften und Diktate abwechselnd, im Winterhalbjahre Diktate überwiegend.

3. Latein. 8 St. Kawolewsky. Nach Holzweissig, Grammatik und Übungsbuch VI. Die regelmässige Formenlehre. Deklination der Substantiva und Adjektiva. Komparation. Adverbia. Kardinalia. Ordinalia. Pronomina. Sum und die 4 regelmässigen Konjugationen. Von Michaelis an wöchentlich eine Hausarbeit.

4. Geschichte. 1 St. Kawolewsky. Griechische und römische Sagengeschichte, möglichst um einzelne Helden gruppiert. Kurze Belehrung über die Götter der Griechen. Prometheus. Deukalion und Pyrrha. Phaeton. Dädalos und Ikaros. Niobe. Perseus. Herakles. Theseus. Jason. Trojanischer Krieg (Achill, Hektor, Odysseus). Äneas. Romulus. Porsena. Aus der Geschichte Leonidas und Alexander d. Grosse.

5. Erdkunde. 2 St. Kawolewsky. Seydlitz A. Geographische Grundbegriffe. Globus. Kartenlesen. Die einfachsten Lehren der mathematischen Geographie. Weltteile und Weltmeere. Die Heimatsprovinz. Preussen. Deutschland. Die Länder Europas.

6. Rechnen. 5 St. Dumont du Voitel. Die 4 Species in unbenannten und benannten ganzen Zahlen. Bruchrechnung. Einführung in das Verständnis der Decimalbrüche beim Reducieren. Addition und Subtraktion kleiner Decimalbrüche. Alle 14 Tage eine schriftliche Arbeit. Hentschel Heft I und II.

7. Naturbeschreibung. 2 St. Bosse. Im Sommer Botanik. Beschreibung von Pflanzen mit deutlichen Zwitterblüten. Im Winter Zoologie. Beschreibung von Wirbeltieren.

8. Schreiben. 2 St. Dumont du Voitel. Henzes Schönschreibehefte für Schulen auf Doppellinien, deutsche Schrift, Heft 4—6; lateinische Schrift, Heft 4 u. 5.

9. Zeichnen. 2 St. Dumont du Voitel. Die gerade Linie. Richtung und Teilung derselben. Winkel, Zickzack- und Mäanderzüge. Quadratfiguren. Randfiguren nach der Vorzeichnung des Lehrers an der Wandtafel.

Von dem Religionsunterrichte war kein evangelischer Schüler befreit. Ein israelitischer Schüler nahm auf Wunsch seiner Eltern mit Genehmigung des Königlichen Provinzial-Schulkollegiums an dem evangelischen Religionsunterrichte seiner Klasse teil.

Technischer Unterricht.

1. Den Turnunterricht erteilte Herr Bosse im Sommer auf dem Turnplatze in der Plantage Mittwoch und Sonnabend 5—7 Uhr, im Winter in einem von der Königlichen Kommandantur der Festung Pillau gütigst zur Verfügung gestellten Exercierhause Dienstag 6—7 Uhr, Sonnabend 5—6 Uhr. Im Sommer waren 2 Schüler, im Winter 63 Schüler vom Turnunterrichte befreit.

2. Der Gesangunterricht wurde von Herrn Dumont du Voitel geleitet. Die Klassen Sexta und Quinta bildeten die eine, die Klassen Quarta, Tertia und Sekunda die andere Abteilung und hatten je zwei Stunden.

II. Mitteilungen aus den Verfügungen der vorgesetzten Behörden.

A. Des Königlichen Provinzial-Schulkollegiums.

28. April 1891. Nr. 1963 S. Wird von der Staatsanwaltschaft gegen einen Schüler einer öffentlichen Lehranstalt wegen eines Verbrechens, eines Vergehens oder einer Übertretung das Verfahren eröffnet oder die öffentliche Klage erhoben, so wird dem zuständigen Schulvorstande hiervon sofort Mitteilung gemacht werden. In jedem derartigen Falle ist an das Königliche Provinzial-Schulkollegium zu berichten, wie die Sache von seiten der Schule behandelt worden ist.

2. Juni 1891. Nr. 2460 S. Seine Majestät der Kaiser und König hat der König Wilhelm-Stiftung für hilfsbedürftige erwachsene Beamtentöchter einen jährlichen Beitrag von 500 Mk. bewilligt.

27. Juni 1891. Nr. 2931 S. Empfohlen die Anlage kleiner Gärten zur Beschaffung der für den botanischen Unterricht erforderlichen Pflanzen.

10. Juli 1891. Nr. 3152 S. Anfrage betr. Bewerbung um das staatliche Reisestipendium behufs Aufenthalts im Auslande für einen Lehrer der neueren Sprachen.

14. September 1891. Nr. 3835 S. Unter Aufhebung der Bestimmung des § 32 der Instruktion für die Direktoren der Gymnasien und Realschulen vom 11. März 1867 wird die Zulässigkeit der körperlichen Züchtigung in Fällen von besonderer Rohheit und Widersetzlichkeit auf die unteren Klassen beschränkt.

23. September 1891. Nr. 3978 S. Seine Majestät der Kaiser und König geruht zu bestimmen, dass aus Anlass der hundertjährigen Wiederkehr des Geburtstages Theodor Körners eine Feier veranstaltet werde.

10. Januar 1892. Nr. 80 S. Änderungen in dem Berechtigungswesen der höheren preussischen Lehranstalten.

II. Die Reifezeugnisse der höheren Bürgerschulen bezw. der gymnasialen und realistischen Lehranstalten mit sechsjährigem Lehrgang, sowie die Zeugnisse über die nach Abschluss der Untersekunda einer neunstufigen höheren Lehranstalt bestandene Prüfung werden als Erweise zureichender Schulbildung anerkannt:

für alle Zweige des Subalterndienstes, für welche bisher der Nachweis eines siebenjährigen Schulkursus erforderlich war.

IV. Die Vorschriften vom 4. September 1882 über die Prüfung der öffentlichen Landmesser werden dahin ergänzt, dass für die Zulassung zu der Prüfung auch das Reifezeugnis einer höheren Bürgerschule bezw. einer gymnasialen oder realistischen Lehranstalt mit sechsjährigem Lehrgange in Verbindung mit dem Nachweis des einjährigen erfolgreichen Besuches einer anerkannten mittleren Fachschule als zureichend gilt.

V. Zu dem Besuche der höheren Abteilung der Gärtner-Lehranstalt bei Potsdam ist das Reifezeugnis einer höheren Lehranstalt mit sechsjährigem Lehrgange erforderlich.

16. Januar 1892. Nr. 132 S. 1. Die Lehrpläne und Lehraufgaben für die höheren Schulen sowie die Gesichtspunkte für die Bemessung der Hausarbeit vom 6. Januar d. J. sollen mit Beginn des Schuljahres 1892/93, 2. die Ordnung der Reifeprüfungen an den höheren Schulen und die Ordnung der Abschlussprüfung nach dem sechsten Jahrgange der neunstufigen höheren Schulen vom 6. Januar d. J. sollen mit Schluss des Schuljahres 1892/93 zur Durchführung gelangen.

16. Januar 1892. Nr. 79 S. Anweisungen über das Lüften und Reinhalten der Turnhallen werden gegeben.

2. Februar 1892. Nr. 319 S. An Stelle des nach Magdeburg versetzten Geheimen Regierungsrates Trosien ist dem Gymnasialdirektor Professor Dr. Carnuth die Provinzial-Schulratsstelle übertragen worden.

12. Februar 1892. Nr. 440 S. Von Schulprogrammen, welche Aufsätze zur mittelalterlichen und neueren oder auch zur Provinzialgeschichte enthalten, soll dem Königlichen Staatsarchiv zu Königsberg ein Exemplar überwiesen werden.

19. Februar 1892. Nr. 493 S. Zum Zwecke einer Studienreise wird dem Unterzeichneten für die Zeit vom 1. April bis 15. Juni der nachgesuchte Urlaub bewilligt. Während dieser Zeit wird Herr Oberlehrer Meissner mit der Führung der Rektoratsgeschäfte beauftragt.

9. März 1892. Nr. 785 S. Für Lehrer an höheren Schulen findet in Berlin vom 20.—28. April d. J. ein archäologischer Ferienkursus;

9. März 1892. Nr. 823 S. vom 20. bis 30. April d. J. ein naturwissenschaftlicher Ferienkursus statt.

14. März 1892. Nr. 867 S. Das Königliche Provinzial-Schulkollegium genehmigt, dass der Schulamtskandidat Herr Papendieck in der Zeit vom 15. April bis zum 15. Juni d. J. den lateinischen Unterricht in Quarta, Untertertia und Untersekunda, in letzter Klasse auch den deutschen Unterricht erteilt.

B. Des Magistrats.

5. Januar 1892. Nr. 3665/91. Die Beschaffung der noch fehlenden Schulbänke ist beschlossen und der Etatsüberschuss des Jahres 1891/92 dafür bestimmt worden.

9. Februar 1892. Nr. 280/92. Dem Unterzeichneten wird der beantragte Urlaub bewilligt.

19. März 1892. Nr. 752/92. Die öffentliche Schulprüfung fällt auf Antrag des Unterzeichneten in diesem Jahre aus.

III. Chronik der Schule.

Das Schuljahr begann Donnerstag den 9. April. Wegen Erkrankung an Influenza mussten fehlen im Dezember Herr Oberlehrer Meissner drei, Herr Dumont du Voitel acht, der Unterzeichnete zehn Tage. Ihren Unterricht konnten nicht erteilen wegen Krankheit im Februar Herr Schulz an zwei Tagen, im März Herr Saltzmann an einem Tage. Am 18. Mai ward nach kurzem, aber schwerem Leiden der Quartaner Paul Kindt seinen Eltern entrissen. Am 13. September entschlief nach längerem Siechtum der Quartaner Max Meyer. Die beiden Knaben waren die einzigen Söhne, die Hoffnung und Freude ihrer Eltern. Die Schule gab den lieben Entschlafenen das Geleit zu ihrer letzten Ruhestätte. Tröste Gott die schwergeprüften, tiefbetrübten Eltern!

Die Wiederimpfung der im zwölften Lebensjahre stehenden Schüler erfolgte im Beisein des Berichterstatters in der Anstalt am 3. Juni, die Feststellung des Erfolges am 10. Juni.

Am 20. Juni machten die einzelnen Klassen mit ihren Lehrern ihren Sommerausflug, die Sexta nach Fischhausen und Rosenthal, die Quinta nach dem Galtgarben und Kumehnen, die Quarta, die Tertien und Sekunden nach Rauschen und Warnicken.

Am 26. August wurde unter dem Vorsitze des Geheimen Regierungsrates Herrn Trosien die mündliche Reifeprüfung abgehalten.

Am 2. September fand eine Sedanfeier statt. Wegen der ungünstigen Witterung wurde erst am 3. September ein Ausflug nach dem Waldkruge gemacht.

Am 10 September beehrte bei seiner Anwesenheit in Pillau Se. Excellenz der Oberpräsident Graf Stolberg auch das Realprogymnasium mit seinem Besuche. Er wohnte dem Unterrichte in allen Klassen bei.

Am 2. Oktober war die Körnerfeier. Herr Saltzmann hielt die Festrede über des Dichters Leben und Werke. Von den Schülern wurden Gedichte Körners deklamiert und gesungen.

Am 27. Januar fand die öffentliche Kaisergeburtstagsfeier statt. Die Festrede hielt Herr Saltzmann über das Wirken und die Bedeutung der Hohenzollern in der Geschichte.

Der Geburts- und Sterbetage der beiden Kaiser Wilhelms I. und Friedrichs III. wurde in den Morgenandachten in geziemender Weise gedacht.

Da der Turnplatz in der Plantage zu Turnspielen zu eng ist, gestattete auf das Gesuch des Berichterstatters die Königliche Kommandantur der Festung Pillau die Benutzung des grossen Exerzierplatzes zu diesem Zwecke. Nicht nur während der Schulzeit, auch in den Ferien hat unsere Jugend dort frei und fröhlich sich getummelt.

Am 26. März fand die mündliche Reifeprüfung statt unter dem Vorsitze des Provinzialschulrates Herrn Dr. Carnuth.

Am 28. März wurden im Anschluss an die Gedächtnisfeier für Johann Amos Comenius die Abiturienten durch den Unterzeichneten entlassen.

IV. Statistische Mitteilungen.

1. Übersicht über den Schulbesuch im Schuljahre 1891/92.

	Realprogymnasium.							
	VI.	V.	IV.	III B.	III A.	II B.	II A.	Summa.
1. Bestand am 1. Februar 1891	17	20	11	8	3	5	3	67
2. Abgang bis zum Ende des Schuljahres 1890/91	—	1	2	—	1	—	2	6
3a. Zugang durch Versetzung zu Ostern.	—	15	14	7	8	2	2	48
3b. Zugang durch Aufnahme zu Ostern.	11	1	2	1	—	—	—	15
4. Bestand am Anfang des Schuljahres 1891/92	13	21	18	8	8	5	3	76
5. Zugang im Sommerhalbjahre	1	1	—	—	—	1	—	3
6. Abgang im Sommerhalbjahre	1	1	4	—	—	1	1	8
7a. Zugang durch Versetzung zu Michaelis	—	—	—	—	—	—	—	—
7b. Zugang durch Aufnahme zu Michaelis	1	—	—	—	—	—	—	1
8. Bestand zu Anfang des Winterhalbjahrs	14	21	14	8	8	5	2	72
9. Zugang im Winterhalbjahre	—	—	—	—	—	—	1	1
10. Abgang im Winterhalbjahre	—	1	—	—	—	—	—	1
11. Bestand am 1. Februar 1892	14	20	14	8	8	5	3	72
12. Durchschnittsalter am 1. Februar 1892	10,5	11,7	13	14,2	15,2	17	17,3	—

2. Religions- und Heimatsverhältnisse der Schüler.

	Realprogymnasium.						
	Evang.	Kath.	Diss.	Israel.	Einh.	Ausw.	Ausl.
1. Am Anfang des Sommerhalbjahres	74	—	—	2	56	20	—
2. Am Anfang des Winterhalbjahres	70	—	—	2	55	17	—
3. Am 1. Februar 1892	70	—	—	2	54	18	—

Das Zeugnis der Befähigung für den einjährig-freiwilligen Heeresdienst haben erhalten zu Ostern 1891: Oskar Porsch, Ernst Schlicht; zu Michaelis 1891: Gustav Rehsenberg. Nur der letzte ist zu einem praktischen Berufe abgegangen.

3. Übersicht über die Abiturienten.

Laufende Zahl.	Des Geprüften: Vor- und Zuname	Konfession	Datum der Geburt	Ort der Geburt	Stand und Wohnort des Vaters	Dauer des Aufenthaltes auf der Schule: überhaupt (Jahre)	in der II. (Jahre)	in der IIA. (Jahre)	Angabe des erwählten Berufs.
	Ostern 1891.								
1.	Friedrich Gronau	evang.	5. Juni 1875	Königsberg i. Pr.	Gerichtsbote zu Pillau.	7	2	1	Maschinenbaufach.
2.	Adalbert Karpinski	evang.	1. Dezbr. 1873	Bischofsburg (Kr. Rössel)	Bahnhofsrestaurateur zu Allenstein.	10	3	1	Besucht die Prima eines Realgymnasiums.
	Michaelis 1891.								
3.	Karl Benkmann	evang.	14. Mai 1872	Krawno, Kr. Sensburg.	Kgl. Förster zu Marienbruch, Kr. Labiau.	7	$3^1/_2$	$1^1/_2$	Regierungsbeamter.
	Ostern 1892.								
4.	Oskar Porsch	evang.	17. Febr 1876	Pillau.	Kaufmann in Pillau.	7	2	1	Landmann.
5.	Ernst Schlicht	evang.	11. April 1875	Fischhausen.	Buchbindermeister in Fischhausen.	7	2	1	Will die Prima eines Realgymnasiums besuchen.

Von der mündlichen Prüfung wurden entbunden Ostern 1891: Friedrich Gronau; Ostern 1892: Oskar Porsch und Ernst Schlicht.

V. Sammlungen von Lehrmitteln.

A. Lehrerbibliothek unter der Verwaltung des Herrn Oberlehrers Meissner. Aus den etatsmässigen Mitteln sind angeschafft worden:

1. Zeitschriften. Centralblatt für die gesamte Unterrichtsverwaltung in Preussen, Jahrgang 1891. Krieg, Praktische Physik, Jahrgang IV. Behaghel und Neumann, Litteraturblatt für germanische und romanische Philologie, Jahrgang XII. Lyon, Zeitschrift für den deutschen Unterricht, Jahrgang 1891. Frick und Meyer, Lehrproben und Lehrgänge, 4 Hefte.

2. Neue Werke. Heidrich, Handbuch für den Religionsunterricht Bd. III. W. Bornemann, Unterricht im Christentume. E. Luthardt, Die modernen Weltanschauungen. Apologie des Christentums, Teil IV. Verhandlungen über Fragen des höheren Unterrichts zu Berlin 4—17. Dezember 1890. Verhandlungen der Direktoren-Versammlungen Bd. XXXV—XXXIX. O. Willmann, Didaktik als Bildungslehre. 2 Bde. H. Matzat, Methodik des geographischen Unterrichts. G. Klee, Ausführlicher Lehrplan für den deutschen Unterricht. P. Goldscheider, Die Erklärung deutscher Schriftwerke. D. Sanders, Wörterbuch der Hauptschwierigkeiten in der deutschen Sprache. R. Menge, Trauer und Treue. v. Moltke, Geschichte des deutsch-französischen Krieges 1870/71. v. Ranke, Deutsche Geschichte im Zeitalter der Reformation, 6 Bde. ant. v. Ranke, Zwölf Bücher preussischer Geschichte, 3 Bde. v. Treitschke, Deutsche Geschichte im neunzehnten Jahrhundert, 4 Bde. Lehrpläne und Lehraufgaben für die höheren Schulen. Ordnung der Reifeprüfungen an den höheren Schulen. A. Bötticher, Die Bau- und Kunstdenkmäler des Samlandes. A. F. Weinhold, Vorschule der Experimentalphysik. C. Rethwisch, Jahresberichte über das höhere Schulwesen, Jahrgang V. Schoedler, Das Buch der Natur. II. Teil.

Durch Schenkungen erhalten: Vom Königlichen Ministerium der geistl. u. s. w. Angelegenheiten: Zeitschrift für lateinlose höhere Schulen. Jahrgang II. — Vom Königlichen Provinzial-Schulkollegium: F. Trzoska, Katechismus der Gesundheitslehre für die Schule. Von Herrn Buchhändler Tröge: Jahrgang 1891 Grenzboten, Preussische Jahrbücher und Deutsche Rundschau.

B. Schülerbibliothek unter der Verwaltung des Herrn Saltzmann. Aus den Monatsbeiträgen der Schüler wurden angeschafft:

B. Rogge, Buch der Preussischen Könige. C. Tanera, Ludwig XIV. Befreiungskriege 2 Bde. Lohmeyer, deutsche Jugend.

Geschenkt von dem Unterzeichneten: Heinemann, Goethes Leben. Löschhorn-Franz, Lessing und Herder. Heinemann-Boxberger, Klopstock und Wieland. Lyon, Schillers Leben und Werke. Egelhaaf, Kaiser Wilhelm I. v. Blüthgen, Harte Steine. Kater Murr. F. Göbel, Münchhausens Reisen und Abenteuer. G. Maspero, Ägypten und Assyrien. Ed. de Amicis, Herz. Ein Buch für die Knaben. v. Eynatten, Aus deutschen Landen. C. Witt, Geschichten aus der Geschichte. Wolf, Die That des Arminius. Schwebel, Die Sagen der Hohenzollern. Spyri, Aus den Schweizer Bergen. Spyri, Geschichten für Jung und Alt. Weiden-Joseph; Rosenresli; Wer nur Gott zum Freunde hat u. s. w.; In sicherer Hut; Am Felsensprung; Toni von Kandergund; Was Sami mit den Vögeln singt; Moni, der Geissbub; Was der Grossmutter Lehre bewirkt; Vom This, der doch etwas wird. 10 Bändchen. Deutsches Land und Volk, Bd. XI. Bilder aus den deutschen Küstenländern der Ostsee. Schmidt und Floss, Germanisches Sagen- und Märchenbuch. Mark Twain, Der Prinz und der Betteljunge.

C. Für den geographischen Unterricht: Kiepert, Nordamerika, pol. Karte; Südamerika, pol. Karte. Handtke, Afrika. Leeder, Palästina.

D. Für den chemischen Unterricht wurde eine grössere Menge von Glasgefässen und notwendigen Geräten angeschafft.

E. Für den physikalischen Unterricht: eine Sammlung von Apparaten für den Unterricht in der Optik und in der Akustik.

F. Musikalien: H. Portze, Torgauer Marsch für gemischten Chor. 1. Partitur, 8 Sopr., 6 Alt, 3 Ten., 3 Bass. — K. Günther und G. Novack, Liederschatz für höhere Schulen, Teil III. 20 Exemplare gebunden.

G. Anschauungsmaterial: Tournier, 12 Bildertafeln zum Gebrauche beim Unterrichte in der biblischen Geschichte. Eckardt, Kolorierte Wandbilder zum Unterricht in der Weltgeschichte. Lehmann, Kulturgeschichtliche Bilder, II Serie. Langl, Bilder zur Geschichte, No. 16, 17, 20, 22a, b, 25, 26.

H. Von Herrn Fabrikbesitzer Seydler in Königsberg wurde ein schönes Exemplar Polartaucher, von Herrn Kaufmann Gusovius ein Straussenei für die naturwissenschaftlichen Sammlungen geschenkt. Den gütigen Gebern spreche ich im Namen der Anstalt den verbindlichsten Dank aus.

J. Aus der Schulkasse wurde für die Bibliotheca pauperum eine Anzahl von Lehrbüchern beschafft.

VI. Stiftungen und Unterstützungen von Schülern.

1. Aus den Zinsen der Zander-Stiftung wurden in Anerkennung ihres Strebens und ihrer Leistungen verliehen an den

   Obertertianer Adolf Neubacher . . . . 50 Mk.
   Quintaner Karl Beutner . . . . 40 Mk.

2. Aus der Seearmenkasse wurde für drei Schüler das ganze, für einen Schüler das halbe Schulgeld gezahlt.

3. Vom Magistrate ist zwei Schülern eine halbe, seit dem 1. Dezember eine ganze, einem Schüler eine halbe Schulgeldfreistelle gewährt.

4. Im Sommerhalbjahre wurden einundzwanzig Schülern unentgeltlich Arbeitsstunden erteilt. Es wurden dem Berichterstatter

   von Herrn A. Zimmermann in Pillau . . . . 25 Mk.
   „ „ Thiel „ Alt-Pillau . . . . . . 15 „
   „ „ Seydler „ Königsberg . . . . . 20 „

überwiesen mit dem Wunsche, diese Summe zum Besten der Schule zu verwenden. Es ist dafür eine Schuluhr (Regulator mit elektrischem Läutewerk) erworben und so einem Übelstande abgeholfen worden. Den gütigen Gebern spricht der Unterzeichnete im Namen der Schule auch an dieser Stelle seinen wärmsten Dank nochmals aus.

VII. Mitteilungen an die Schüler und deren Eltern.

1. Die Ferien sind für dieses Jahr durch Verfügung des Königlichen Provinzial-Schulkollegiums vom 16. Januar d. J. folgendermassen festgesetzt worden:

   1. Osterferien 14 Tage, Mittwoch den 6. April bis Donnerstag den 21. April.
   2. Pfingstferien 5 Tage, Freitag den 3. Juni bis Donnerstag den 9. Juni.
   3. Sommerferien 4 Wochen, Sonnabend den 2. Juli 12 Uhr bis Dienstag den 2. August.
   4. Michaelisferien 14 Tage, Sonnabend den 1. Oktober 12 Uhr bis Dienstag den 18. Oktober.
   5. Weihnachtsferien 14 Tage, Sonnabend den 21. Dezember bis Donnerstag den 5. Januar 1893.

2. Durch die Schulreform, die mit dem neuen Schuljahre Ostern 1892 in Kraft tritt, wird das hiesige siebenstufige Realprogymnasium in ein sechsstufiges umgewandelt. Die Obersekunda fällt fort.

3. Die Eltern werden dringend ersucht, wenn sie ihren Söhnen Privatunterricht erteilen lassen wollen, vorher mit dem Unterzeichneten Rücksprache zu nehmen.

4. Schulordnung § 10: „Wer durch Mutwillen oder grobe Fahrlässigkeit Eigentum der Schule beschädigt, hat vollen Ersatz zu leisten."

5. Die Eltern werden gebeten ihre Söhne nicht zu früh zur Schule von Hause fortgehen zu lassen, da erst 10 Minuten vor Anfang des Unterrichts die Schulräume geöffnet werden.

6. Wird ein Schüler durch Krankheit am Besuche der Schule gehindert, so muss dies dem Ordinarius sobald als möglich, spätestens am Morgen des zweiten Tages, angezeigt und beim Wiederbesuch der Schule eine Bescheinigung des Vaters oder dessen Stellvertreters über die Dauer der Krankheit beigebracht werden. Zu jeder nicht durch Krankheit veranlassten Schulversäumnis muss vorher schriftlich oder mündlich beim Rektor Urlaub nachgesucht werden.

7. Die Eltern werden dringend gebeten auf das sorgsamste darauf zu achten, dass die Schularbeiten zu Hause sauber und sorgfältig geschrieben, die Hefte und Bücher ordentlich gehalten werden.

8. In diesem Jahre müssen nach dem Reichsimpfgesetz vom 8. April 1874 alle diejenigen Schüler wiedergeimpft werden, welche im Jahre 1880 geboren sind.

9. Befreiung vom Schulgeld kann nur solchen Schülern gewährt und belassen werden, die sich durch ihr gutes Betragen wie durch ihre tüchtigen Leistungen dieser Begünstigung würdig zeigen.

10. Das neue Schuljahr beginnt Donnerstag den 21. April 8 Uhr morgens. Bei der Anmeldung neuer Schüler sind der Geburts- oder Taufschein, der Impf- oder Wiederimpfschein und das Abgangszeugnis von der vorher besuchten Schule vorzulegen. Die Prüfung neuer Schüler findet Mittwoch den 20. April von 9 Uhr an im Konferenzzimmer der Anstalt statt.

Die Einschreibegebühr beträgt 3 Mark.

M. Krösing.